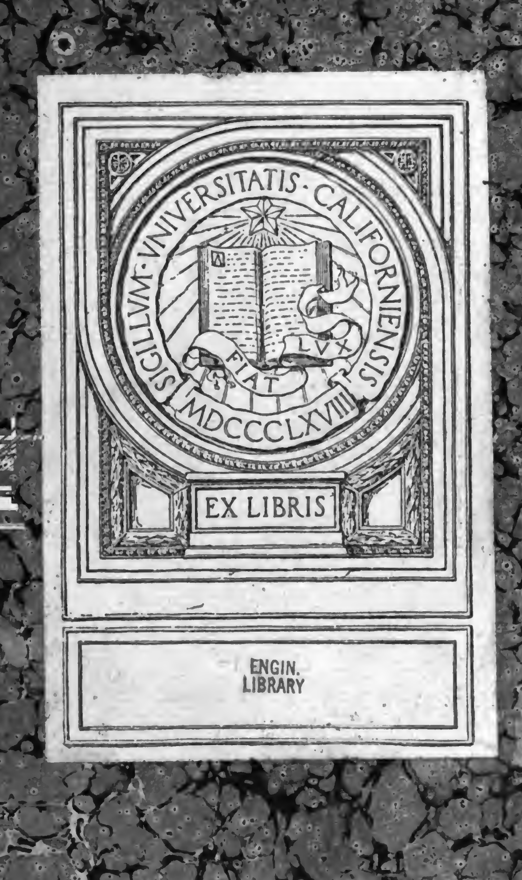



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS
ENGIN.
LIBRARY



ANNALES

DES

PONTS ET CHAUSSÉES.

TOME IX.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
RUE RACINE, N° 28, PRÈS DE L'ODÉON.

ANNALES

DES

PONTS ET CHAUSSÉES.

MÉMOIRES ET DOCUMENTS

RELATIFS

A L'ART DES CONSTRUCTIONS

ET AU SERVICE DE L'INGÉNIEUR;

LOIS, ORDONNANCES ET AUTRES ACTES

CONCERNANT

L'ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES.

2e SÉRIE.

1845.

1er SEMESTRE.



PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET Vor DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES.

Quai des Augustins, nos 39 et 41.

ANNALES

DES

PONTS ET CHAUSSÉES.

MÉMOIRES ET DOCUMENTS

RELATIFS

A L'ART DES CONSTRUCTIONS

ET AU SERVICE DE L'INGÉNIEUR.

N° 119.

NOTICE

Sur les travaux de perfectionnement de la navigation de la Saône, entre l'embouchure du canal du Rhône au Rhin et Lyon ;

Par M. LAVAL, Ingénieur en chef des ponts et chaussées.

EXPOSÉ.

La Saône, par sa position géographique et par la direction générale de son cours, qui se trouve dans le prolongement du bas Rhône, au-dessous de Lyon, est l'une des artères principales de la navigation intérieure de la France, et sert de lien commun, sur une vaste étendue, à plusieurs canaux ou voies navigables qui font communiquer entre elles les extrémités du territoire. Par le canal du Centre, elle rattache les contrées du Midi avec

Nantes d'abord, au moyen de la Loire et de son canal latéral, avec Paris et le Havre ensuite, au moyen des canaux du Nivernais et de Briare ; par le canal de Bourgogne, elle rattache ces mêmes contrées avec Paris et le Nord, au moyen de l'Yonne, de la Seine, de l'Oise et des nombreux canaux qui s'y embranchent ; enfin par le canal du Rhône au Rhin, elle rattache la Méditerranée avec la mer du Nord, et probablement l'unira-t-elle un jour avec la mer Noire, au moyen du Rhin, du Danube et du canal de jonction de ces deux grands fleuves européens.

L'importance actuelle et future de la navigation de la Saône ne saurait donc être mise en doute, et c'est parce qu'elle avait été déjà reconnue depuis longtemps, que l'état a consacré des sommes énormes à terminer les grands canaux de Bourgogne et du Rhône au Rhin. Mais le but n'était pas entièrement atteint par l'ouverture de ces canaux, en raison des difficultés toujours croissantes qu'offrait la navigation de cette rivière, pendant toute la durée des sécheresses ; abandonnée depuis des siècles à tous les désordres de ses crues annuelles, l'élargissement continuel de son lit et des faux-bras qui s'y sont formés, à des époques peu reculées, augmentait chaque jour l'exhaussement des hauts-fonds et l'amaigrissement de ses eaux. C'est afin de mettre un terme à ces désordres et d'assurer une navigation facile en tout temps, qu'un service spécial fut créé en 1835 et divisé en deux grandes sections : la première, depuis Pont-sur-Saône jusqu'à l'embouchure du canal du Rhône au Rhin ; et la deuxième, depuis cette embouchure jusqu'à Lyon. Chargé du perfectionnement de la navigation de cette deuxième partie, nous allons décrire le système des travaux exécutés ou en cours d'exécution, ainsi que les résultats obtenus, après avoir toutefois fait connaître le régime de la rivière.

RÉGIME DE LA SAÔNE.

La longueur développée du cours de la Saône, entre Pont-sur-Saône et son embouchure dans le Rhône, à Lyon, est de 335 077 mètres et sa pente totale de $51^{m}.77$.

Ses pentes diverses. — On désigne la Saône sous trois dénominations différentes, suivant les principales parties de son cours. Ainsi, elle prend le nom de Grande-Saône, depuis Lyon jusqu'au confluent du Doubs, à Verdun; celui de Petite-Saône, entre Verdun et Gray; et celui de Haute-Saône, entre Gray et Pont-sur-Saône et au-dessus.

La pente totale ci-dessus, de $51^{m}.77$, se subdivise ainsi qu'il suit dans les trois grandes divisions qui précèdent; savoir :

1° Pour la Grande-Saône, sur une longueur de 166 380 mètres, ci $12^{m}.56$; d'où la pente moyenne = $7^{c}.55$ par kilomètre.

2° Pour la Petite-Saône, sur une longueur de 115 700 mètres, ci $15^{m}.24$; d'où la pente moyenne = 13 centimètres par kilomètre.

3° Pour la Haute-Saône, sur une longueur de 52 997 mètres, ci $23^{m}.97$; d'où la pente moyenne = 45 centimètres par kilomètre.

Pour la portion de la Petite-Saône comprise entre le canal du Rhône au Rhin et Verdun, la longueur est de 52 000 mètres, la pente totale de $6^{m}.413$ et la pente relative de $12^{c}.33$ par kilomètre.

Ces pentes moyennes relatives sont d'ailleurs très-variables suivant que la profondeur et la largeur varient avec la vitesse : ainsi dans certaines *fosses* ou *meuilles*, la pente est nulle, tandis que dans certains *rapides*, correspondant à des barrages naturels transversaux, la pente s'élève jusqu'à $1^{m}.60$ par kilomètre.

Sa profondeur très-variable. — Dans les *fosses* dont il vient d'être parlé, la profondeur est toujours considérable et la vitesse en étiage presque nulle. Certaines profondeurs ont été trouvées de 8 à 11 mètres, comme dans la traversée de Lyon, et même de 14 mètres, comme vis-à-vis l'île Barbe, un peu en amont de cette ville.

Dans les *rapides*, au contraire, la vitesse en étiage est toujours fort grande (elle varie de 1^{m}.40 à 2^{m}.56 par seconde), et la profondeur, très-faible, y varie de 0^{m}.75 à 0^{m}.35 au-dessous de l'étiage.

Hauteur de ses berges. — Les berges de la Saône sont généralement peu élevées au-dessus de ce niveau, surtout dans les parties supérieures : cette élévation entre Saint-Jean-de-Losne et Charnay, près Verdun, varie de 2^{m}.80 à 3^{m}.50 ; à partir de Charnay jusqu'à Tournus, la hauteur des berges augmente et varie de 3^{m}.50 à 4^{m}.80 ; de Tournus à Neuville, près Lyon, cette hauteur diminue et varie de 3^{m}.80 à 4 mètres ; elle augmente ensuite jusqu'à Lyon.

Ses crues, etc., et notamment celle extraordinaire du 4 novembre 1840. — La vallée de la Saône, dont le niveau est déterminé par celui de ses berges au-dessus de l'étiage, est soumise à des crues fréquentes, surtout depuis ces dernières années. Toute la contrée conservera le souvenir de la désastreuse inondation du 4 novembre 1840, la plus grande dont l'histoire nous ait conservé des traces depuis l'an 580, ou depuis treize siècles. Au pont de Serin, à l'entrée de Lyon, le niveau des eaux s'est élevé à 10^{m}.65 au-dessus de l'étiage, et à l'île Barbe jusqu'à 11^{m}.30. Ce niveau a été un maximum, à cause du rapprochement des côteaux qui bordent la Saône et de l'étranglement subit de la vallée, à ce point. Partout ailleurs, en effet, il a été inférieur, car les hauteurs observées en amont n'ont été que de 8^{m}.50, à Trévoux ; de 8^{m}.05, à Mâcon ; de 8 mètres, à Tournus ; de 7^{m}.40, à

Châlon, en raison des nombreux débouchés de la rivière; de $8^{m}.17$, à Verdun; de $6^{m}.10$, à Seurre et de $4^{m}.53$, à Saint-Jean-de-Losne (1).

Il est évident, d'après ces résultats d'observations, que la désastreuse inondation de la Saône du 4 novembre 1840, n'a été due qu'à la crue subite du Doubs, affluent torrentiel qui descend du Jura, à la suite de pluies continuelles et d'une fonte instantanée des neiges qui couvraient alors les sommets de cette chaîne de montagnes.

Les crues ordinaires de la Saône ne s'élèvent guère que de 4 mètres à $5^{m}.50$ au-dessus de l'étiage; elles règnent habituellement de la fin d'octobre au commencement d'avril, et déposent sur les vastes et riches prairies qui la bordent sur presque toute son étendue, un limon fertilisant qui sert à les engraisser (2).

A l'époque des sécheresses, au contraire, depuis juillet jusqu'en octobre, les eaux de cette rivière s'appauvrissent et laissent son lit à découvert sur de grandes surfaces; ce qui nuit essentiellement à la navigation et la rend à peu près impossible sur les hauts-fonds principaux.

---

(1) *Voir*, pour de plus grands détails, la notice insérée dans les *Annales des ponts et chaussées*, année 1841, 5e cahier (septembre et octobre).

(2) Nous donnons ici le relevé des crues maxima qui ont été observées à Mâcon depuis 1836, soit vers le printemps, soit vers l'automne ou l'hiver, savoir :

En 1836.	Hauteur maximum	= 5.60	le 17 décembre.
En 1837.	1er maximum. . . .	= 3.61	le 14 mai.
	2e *id.*	= 3.93	le 29 décembre.
En 1838.	1er maximum. . . .	= 4.00	le 24 mars.
	2e *id.*	= 4.12	le 8 décembre.
En 1839.	1er maximum. . . .	= 4.78	le 11 février.
	2e *id.*	= 5.05	le 23 décembre.
En 1840.	1er maximum. . . .	= 5.40	le 5 février.
	2e *id.*	= 8.05	le 4 novembre.
En 1841.	1er maximum. . . .	= 4.45	le 21 janvier.
	2e *id.*	= 6.11	le 31 octobre.
En 1842.	1er maximum. . . .	= 4.20	le 26 mars.
	2e *id.*	= 4.88	le 14 novembre.
En 1843.	1er maximum. . . .	= 5.74	le 18 janvier.
	2e *id.*	= 4.52	le 5 novembre.
En 1844.	maximum. . . .	= 5.50	le 5 mars.

Ces hauts-fonds paraissent provenir des barrages naturels dont il a déjà été parlé et qui, présentant une résistance supérieure à l'action des courants de fond, se trouvent augmentés à chaque crue par les sables et graviers provenant de la destruction des berges voisines et par l'élargissement du lit en ces points. Sur quelques-uns d'entre eux, l'élargissement des faux-bras a été de 60 mètres en 60 ans, ou moyennement de 1 mètre par année.

Ses largeurs diverses. — Quant à la largeur normale du lit, elle est environ de 120 mètres, pour la Petite-Saône, et de 180 mètres pour la Grande-Saône. Vers les hauts-fonds les plus difficiles à franchir, où les vitesses sont les plus fortes, où la profondeur d'eau est au contraire la plus faible, cette largeur varie de 300 mètres à 340 mètres et les eaux s'y divisent en général dans plusieurs faux-bras qui tendent à s'élargir à chaque nouvelle crue.

Volume des eaux d'étiage. — Nous ne connaissons pas exactement le volume des eaux de la Haute-Saône, en étiage; nous ne le croyons pas toutefois supérieur à 15 mètres cubes par seconde. Celui de la Petite-Saône a été trouvé par le calcul, en 1836, de 27 mètres; celui de la Grande-Saône, à Mâcon, de 60 mètres cubes, et à Lyon, de 75 mètres cubes. Il en résulte que le Doubs fournit un volume à peu près égal à celui de la Petite-Saône. De nouvelles observations faites en 1843, notamment au pertuis de navigation du barrage de Verdun, où ce volume n'a été trouvé que de $21^{m.c.}.88$, tendraient à prouver que, par suite du déboisement progressif des côteaux qui longent la Saône et ses principaux affluents, le volume des eaux de cette rivière va sans cesse en diminuant.

Modes divers de navigation. — Avant de passer à la description des travaux de perfectionnement, nous croyons devoir faire connaître les divers modes de navi-

gation employés entre Gray et Lyon. Depuis la première de ces villes jusqu'à Châlon, la navigation s'opère à peu près exclusivement par le halage des barques au moyen des chevaux. Un seul bateau de remorque à la vapeur y a été établi en 1835. Des compagnies s'étaient successivement organisées, à partir de la même époque, pour le transport des voyageurs par de petits paquebots à vapeur, mais chaque fois et après quelques mois de navigation, elles ont été obligées de suspendre leur service, en raison du nombre insuffisant de voyageurs entre Châlon, Seurre, Saint-Jean-de-Losne et Gray.

Bateaux à vapeur entre Châlon et Lyon. — Il n'en est pas de même pour la partie de la Grande-Saône comprise entre Châlon, centre important du commerce, et la ville industrielle et populeuse de Lyon, sur une distance de trente-quatre lieues. Indépendamment de douze bateaux à vapeur qui remorquent les marchandises, cette magnifique partie de rivière est journellement parcourue aujourd'hui par six ou huit élégants paquebots pour les voyageurs, dont le nombre varie de 1 000 à 1 500 par jour.

Transport des marchandises. — Sur cette même partie de la Saône, la moitié du transport des marchandises, à la remonte, s'opère déjà par les bateaux remorqueurs dits *gondoles*, l'autre moitié étant halée par l'ancien système ou par les chevaux. Il est probable que, dans un avenir peu éloigné, ce dernier mode ne sera plus en usage, si ce n'est pour de petites distances et entre les nombreux ports intermédiaires qui séparent Châlon de Lyon.

Le mouvement de la navigation relevé à Mâcon, ville qui peut être considérée comme le centre de cette partie de la Grande-Saône, est moyennement d'environ 9 500 bateaux par année, tant à la remonte qu'à la descente, avec un tonnage de 530 000 tonneaux de 1 000 kilogram-

mes, et le nombre des radeaux qui descendent la rivière peut être évalué à 1 200 coupons.

TRAVAUX DE PERFECTIONNEMENT EXÉCUTÉS OU EN COURS D'EXÉCUTION.

Nature des obstacles opposés à la navigation. — D'après ce qui a été dit ci-dessus, au sujet du régime de la Saône, on peut juger de la nature des obstacles qui s'opposaient à la navigation, pendant la durée des sécheresses. Ainsi, dans la Petite-Saône, c'étaient des hauts-fonds continus sur plusieurs kilomètres d'étendue et le manque absolu de profondeur d'eau, indépendamment des fortes vitesses existant à l'emplacement de ces hauts-fonds. Dans la Grande-Saône, c'étaient des obstacles de même nature, malgré l'accroissement du volume des eaux, bien que l'étendue des hauts-fonds y fût moins considérable, tandis que les fortes vitesses y atteignaient la limite de 2^{m}.56 par seconde, entre les villes de Trévoux et de Lyon. C'est entre ces deux points, où la pente moyenne relative dépasse 0^{m}.20 par kilomètre, que les plus grandes difficultés se trouvaient réunies, soit en raison des fortes pentes partielles, soit en raison du désordre qui règne dans plusieurs parties du lit de la rivière.

Systèmes d'amélioration adoptés pour les détruire. — Pour faire disparaître ces obstacles, deux systèmes d'amélioration ont dû être proposés : l'un pour la Petite-Saône, où le volume des eaux d'étiage est très-faible, où les pentes sont généralement fortes ; l'autre pour la Grande-Saône, où le volume est plus que double, vers les parties inférieures, où la navigation à la vapeur est presque exclusive et tend chaque jour à le devenir.

1° *Amélioration de la Petite-Saône. — Projets divers.* — Divers projets avaient été proposés à diverses époques pour l'amélioration de la Petite-Saône, sur les 52 kilomètres compris entre Saint-Symphorien et Verdun, avant

que nous fussions chargé du service. On avait eu la pensée, en 1809, d'établir une série de barrages échelonnés, à pertuis libres et à petites chutes, de 0m.20, au nombre de trente-huit, afin d'uniformiser la pente sur cette étendue; ensuite de réduire ce nombre à treize et de donner à chaque barrage une chute de 0m.60; enfin, on avait proposé d'ouvrir un canal latéral, soit sur la rive droite, soit sur la rive gauche, soit sur l'une et l'autre rive alternativement. Toutefois, avant la présentation de ces avant-projets, et dans un rapport plein d'intérêt de feu M. Liard, cet inspecteur général avait proposé de racheter la pente totale de 6m.41 et de créer une série de biefs, au moyen de six barrages fixes et éclusés, qui eussent produit une charge d'eau de 1m.60 sur les hauts-fonds les plus saillants.

L'examen du projet des barrages à pertuis libres, avec chutes de 0m.20 et de 0m.60, fit reconnaître qu'ils ne serviraient qu'à créer dans le lit de la rivière des écueils d'autant plus dangereux, que les pertuis libres seraient nécessairement fort étroits, en raison du faible volume des eaux d'étiage, et que d'ailleurs ils ne rempliraient pas le but désiré, celui d'uniformiser la pente et de faire disparaître les *rapides* existants. Le projet des canaux de dérivation, le long d'une belle et large rivière, parut également inadmissible, soit à cause de la dépense à faire pour ouvrir ces canaux et les défendre contre les fréquentes inondations de la Saône, soit à cause des pertes qui en fussent résultées pour l'agriculture.

Le système des *rétrécissements* partiels fut également examiné par nous, et nous reconnûmes qu'il était inapplicable, par suite du faible volume des eaux, en ce qu'il créerait, dans la traversée des nombreux hauts-fonds existants, une longue suite de défilés étroits, suivant tous les contours de la rivière, et qui seraient loin de satisfaire aux conditions d'une bonne et facile navigation.

Il fut donc reconnu que le système des barrages indi-

qués par M. l'inspecteur général Liard était le seul qui pût être appliqué avec succès à la complète amélioration de la Petite-Saône. Toutefois, comme la hauteur des rives y est très-faible (de 2m.80 à 3m.50), ainsi qu'on l'a vu plus haut, et qu'il importait de soustraire l'état au payement des indemnités dues pour la fréquence des inondations provoquées par les barrages fixes, on adopta le système si ingénieux des barrages à fermettes mobiles de M. l'inspecteur divisionnaire Poirée et l'on put réduire à cinq le nombre de ces barrages, savoir : le premier à Saint-Jean-de-Losne, le deuxième au Châtelet, le troisième à Seurre (Côte-d'Or), le quatrième à Charnay (Saône-et-Loire), et le cinquième à Verdun.

Barrages mobiles. — Ces barrages mobiles, à l'exception de celui de Verdun, sont accompagnés de dérivations ouvertes dans des coudes prononcés de la rivière, de façon à abréger sensiblement le parcours. Les dérivations qui varient de 650 à 900 mètres de longueur, sont défendues par une écluse de garde, vers l'amont, et par deux digues latérales insubmersibles. Une écluse à sas, avec renfoncement qui peut contenir deux des plus grands bateaux de Saône, d'un tonnage de 275 000 kilogrammes, est construite à l'autre extrémité. Des ponts en arc de cercle et en charpente, avec banquette des deux côtés pour permettre la continuité du halage, sont exécutés sur chaque écluse, afin de rétablir les communications (*voir* la Pl. 76 relative à la dérivation du Châtelet).

Les barrages mobiles dont le seuil a été tenu à 0m.25 en contre-haut de l'étiage, sont accompagnés d'un pertuis de navigation de 12m.50 de largeur, à l'extrémité contiguë au chemin de halage, et ce pertuis est fermé par une porte busquée en bois et à claire-voie et par des aiguilles, comme le reste de la partie mobilisable du barrage.

On voit, par ces dispositions, que l'on n'a pas cherché à atteindre ici le but que s'est proposé M. l'inspecteur

divisionnaire Poirée, celui de créer une sorte d'*épi mobile* où la largeur de la passe serait variable avec la hauteur des eaux, mais seulement de prévenir une plus grande fréquence des inondations sur les propriétés riveraines. Il résulte des dispositions adoptées que, pendant toute la durée des sécheresses, et jusqu'à une hauteur d'eau de 3 mètres, les bateaux suivront ou pourront suivre les dérivations et, qu'au delà de cette limite déterminée par la hauteur des portes de l'écluse à sas, l'écluse de garde étant fermée, les bateaux de descente suivront l'ancien cours de la rivière et pourront franchir, en un quelconque de ses points, le barrage dont toute trace aura disparu, tandis que les bateaux de montée viendront le traverser dans le pertuis ouvert, en se halant sur le chemin de trait qui lui est contigu.

Expériences aux barrages de Saint-Jean-de-Losne et de Verdun-sur-Doubs. — Le premier des cinq barrages, celui de Saint-Jean-de-Losne, avait en outre le but spécial de procurer un tirant d'eau de 1^{m}.60 sur chacun des buscs des écluses d'embouchure des canaux de Bourgogne et du Rhône au Rhin, et d'établir entre ces deux grands canaux et la Saône une communication permanente qui n'avait jamais existé jusque-là, attendu que la charge d'eau sur ces buscs, en étiage, n'était que de 0^{m}.60 et 0^{m}.45. Ce but a été parfaitement atteint, et, lors de l'expérience faite sur ce barrage, le 1er septembre 1842, le remous produit par le relèvement des fermettes a respectivement donné 1^{m}.75 et 1^{m}.60 sur les buscs de ces écluses, 0^{m}.94 à l'écluse d'embouchure de la dérivation d'Auxonne, et 0^{m}.30 au pont de cette ville, bien que les eaux fussent au-dessous du plus bas étiage connu.

Il résulte de cette expérience que les prévisions du projet, en ce qui concerne l'amplitude du remous, ont été dépassées, et que cette amplitude, calculée d'après la formule de Funck, s'est, en réalité, rapprochée davantage de celle

qui eût été donnée par la formule de Dubuat. Il en résulte encore que les barrages à fermettes, quand ils sont garnis de leurs aiguilles juxtaposées, produisent à peu près l'effet des barrages pleins, attendu l'assèchement presque total que nous avons observé en aval de celui de Saint-Jean-de-Losne, assèchement tel, qu'à 11 kilomètres au-dessous et vis-à-vis Pagny-la-Ville, on passait la rivière avec de l'eau jusqu'à la cheville, sur une largeur immergée qui ne dépassait pas 30 mètres.

L'épreuve du barrage éclusé de Verdun, faite le 2 juin 1841, en présence d'un grand nombre de spectateurs, a fait d'ailleurs connaître la facilité de sa manœuvre. La veille on avait dressé les fermettes et posé les aiguilles, et les eaux s'étaient élevées au niveau du tablier ou à $0^m.20$ au-dessus du point qu'elles doivent habituellement atteindre; le pertuis de navigation avait été fermé et l'écluse à sas contiguë avait été livrée à la navigation. Après le passage de trois bateaux de montée qui s'étaient présentés, on se mit en mesure d'abaisser le barrage. En une demi-heure, les aiguilles du barrage et du pertuis de navigation, sur une longueur totale de $112^m.50$, furent enlevées et on procéda à l'abaissement des fermettes. Cinquante d'entre elles, correspondant à la moitié de la longueur du barrage, furent couchées sur le seuil ou radier, et cinq de ces fermettes furent de nouveau relevées. Cette seconde manœuvre dura également une demi-heure.

On peut juger par les résultats qui précèdent que, malgré l'inexpérience des éclusiers chargés de la manœuvre du barrage, cette manœuvre fut opérée dans un temps assez court, attendu qu'il eût suffi de 55 minutes pour abaisser la totalité des fermettes, et que le but de préserver à temps les propriétés riveraines de toute inondation prématurée, due à la présence du barrage, a été complétement atteint, puisque la vitesse de la grande crue de novembre 1840 n'a produit, en une heure,

et dans son maximum, qu'une surélévation de $0^{m}.115$ (*voir* la note (1)).

Nous ajouterons que la porte busquée en bois du pertuis de navigation, dont chaque vantail, de 7 mètres de largeur sur 5 mètres de hauteur, pèse 11 000 kilogrammes, a été successivement ouverte et fermée avec la plus grande facilité, par un seul homme appliqué au cabestan sur chacun des bajoyers. Ce mode de fermeture, simple et commode, nous paraît de beaucoup préférable à celui du pertuis de Saint-Maur, près Vincennes, qui n'a que 12 mètres de largeur et dont la manœuvre est loin d'être aussi facile. Bien que l'équarrissage des pièces composant la porte busquée à claire-voie fût de $0^{m}.40$, et que la différence de niveau entre l'amont et l'aval de cette porte fût à peu près nulle, ces pièces n'en ont pas moins subi un léger mouvement de torsion, lorsque la porte a été ouverte, en raison de la pression exercée sur les entretoises inférieures et du point d'application, vers l'extrémité supérieure du poteau busqué, de la force de traction agissant au moyen du cabestan. Toutefois ce gauchissement a disparu complétement, par le mouvement contraire de chaque vantail, lorsque la porte a été refermée, et toutes les pièces ont repris leur position primitive.

Les barrages de Saint-Jean-de-Losne, de Seurre et de Verdun, qui avaient été adjugés les premiers, sont livrés à la navigation depuis 1841 et 1842; ceux du Châtelet et de Charnay, adjugés plus tard, l'eussent été néanmoins en 1843, si la hauteur presque constante des eaux, pendant cette dernière campagne, avait permis de fonder les perrés de défense à l'entrée et à la sortie des dérivations qui les accompagnent.

Avant de passer au système d'amélioration adopté pour la Grande-Saône, nous allons entrer dans quelques détails sur les principales dimensions des ouvrages exécutés sur

la Petite-Saône et représentés par les dessins ci-joints relatifs au passage du Châtelet, Pl. 76.

Passage du Châtelet. — Détails sur les principales dimensions des ouvrages. — La longueur des barrages mobiles, dont la direction est normale aux berges et au courant dans les cinq barrages, varie de 85 à 100 mètres, non compris le pertuis de navigation dont le seuil est établi à un mètre en contre-bas de l'étiage. Le seuil ou la partie fixe des barrages a été tenu à $0^{m}.25$ en contre-haut du même niveau, ainsi que nous l'avons déjà dit, soit afin d'y pouvoir opérer, à l'époque des basses eaux et sans épuisement, toutes les réparations nécessaires, soit pour maintenir la hauteur et le poids des fermettes à établir dans la limite de celles exécutées au barrage de Decize-sur-Loire, par M. Poirée, ce qui a permis de restreindre leur poids à $154^{k}.74$ par fermette, compris le châssis ou tablier, et d'en faciliter la manœuvre. La saillie du seuil, du côté d'aval, a été évidée conformément à ce qui a été exécuté par M. l'ingénieur en chef d'Haranguier de Quincerot, notamment au barrage de la Méchinière et d'après les dessins qu'il avait eu l'obligeance de nous envoyer. On a, de plus, adopté, pour le pont de service, les tabliers ou châssis mobiles en tôle, de $0^{m}.80$ de largeur, tournant autour de la traverse supérieure de chaque fermette, dont l'espacement est de un mètre et la hauteur de $1^{m}.925$, d'après le procédé employé avec succès par le même ingénieur. Il résulte de ces dispositions que nul ensablement n'est à craindre sur le radier et dans la chambre des fermettes, et que leur relèvement s'opère avec la plus grande facilité, à la suite des longues et fréquentes crues d'hiver.

On a déjà fait connaître la longueur des dérivations, qui varie de 650 mètres à 900 mètres; leur largeur en cunette est de $19^{m}.12$, afin qu'elles puissent servir de gare et de lieu de stationnement aux bateaux, et le tirant

d'eau y est de 1m.82. Leurs talus sont dressés à deux de base sur un de hauteur, ainsi que ceux des deux digues latérales de 5 mètres de largeur, tenues à 6m.50 au-dessus du fond et à 3 mètres en contre-haut du sol des prairies et d'une banquette de halage régnant de chaque côté du canal et dont la largeur est de 6 mètres.

Les écluses de garde et d'embouchure ont chacune 8 mètres de largeur entre les bajoyers, afin d'y permettre la libre entrée des bateaux remorqueurs et des grandes barques de Saône, dites *Savoyardes*, dont la largeur varie de 6m.50 à 7m.15; la largeur du renfoncement pratiqué dans l'écluse à sas est de 6m.50, de telle sorte que la largeur du sas, vis-à-vis ce renfoncement, qui a 35m.50 de longueur, est de 14m.50. La longueur de cette écluse, entre le mur de chute et le busc d'aval, est de 44 mètres et sa longueur totale entre les musoirs d'amont et d'aval, de 64m.15; celle de l'écluse de garde, y compris l'emplacement du pont, qui a 4 mètres de largeur, est de 18 mètres. La porte de cette écluse, dont la hauteur est de 6m.50 au-dessus de l'étiage naturel, se compose de deux vantaux busqués en fonte, avec bordages en bois de chêne. Les portes de l'écluse d'embouchure sont toutes en bois.

Relevé des dépenses au barrage et à la dérivation de Saint-Jean de Losne. — Nous allons terminer ce que nous avions à dire sur les travaux d'amélioration de la Petite-Saône par le relevé des dépenses faites pour la construction du barrage de Saint-Jean de Losne et de ses accessoires, d'après le procès-verbal de réception définitive des ouvrages, en faisant observer que le prix des maçonneries déjà fort élevé pour ce barrage, en raison de l'éloignement des carrières situées dans le Jura et au delà de Dijon, comme aussi en raison des grands travaux qui s'exécutaient simultanément avec les matériaux provenant de ces carrières, l'est encore davantage pour les barrages

inférieurs placés à une plus grande distance. Nous ajouterons que les épuisements dans le lit de la rivière et dans les fondations des travaux d'art de la dérivation ont été fort difficiles et dispendieux :

	fr.
Indemnités de terrains pour l'emplacement de la dérivation de 850 mètres de longueur	24 649.53
Terrassements pour l'ouverture du canal et pour ses levées, etc.	57 112.77
Écluse de garde, y compris la porte en fonte et le pont de 11 mètres d'ouverture, etc.	75 549.64
Écluse à sas ou d'embouchure, y compris ses portes et le pont	116 330.69
Construction du barrage mobile, de 94 mètres de longueur, y compris fermettes, etc.	59 735.00
Construction du pertuis de navigation, de 12^{m}.50 de largeur	38 029.58
Portes de ce pertuis et accessoires	8 358.43
Maison pour deux éclusiers	10 705.92
Hangars et caisses pour le ciment et les chaux de Pouilly	7 292.93
Épuisement des diverses fondations	67 261.03
Total	465 025.52

2° *Amélioration de la Grande-Saône. — Considérations générales.* — On a vu par ce qui précède, que le faible volume des basses eaux de la Petite-Saône avait nécessité l'emploi de barrages pour y améliorer la navigation et la rendre commode et sûre en toute saison, principalement au temps des sécheresses. Pour la Grande-Saône, journellement sillonnée par des bateaux à vapeur, entre Châlon et Lyon, où le volume se trouve presque doublé, ce système ne pouvait être adopté sans nuire essentiellement à ce mode de navigation et sans y arrêter l'essor qu'il tend chaque jour à prendre davantage. La pente de 12 mètres comprise entre ces deux villes eût, en effet, exigé l'établissement de *huit* barrages mobiles, avec écluses à vastes sas, à chacune de leurs extrémités : l'une de ces écluses spécialement destinée aux paquebots des voyageurs, du côté opposé à la rive du halage ; l'autre destinée aux marchandises et dont le sas eût dû contenir

au moins *cinq* grands bateaux de Saône, en raison du mouvement de la navigation, qui ne peut que s'accroître avec le développement de la richesse publique.

Indépendamment des sommes énormes qu'eussent coûté ces huit barrages éclusés, on peut juger des entraves incessantes qui en seraient résultées pour l'industrie et le commerce; c'eût été substituer effectivement des temps d'arrêt permanents, et pour ainsi dire perpétuels, à ceux que subissait la navigation pendant la seule époque des sécheresses et seulement sur quelques points dont l'étendue est fort restreinte, eu égard à la distance de 136 kilomètres qui sépare les villes de Châlon et de Lyon (3).

Ainsi donc, loin d'arrêter l'essor de la navigation à la vapeur qui est devenue un besoin irrésistible de notre époque, on a dû chercher à le développer autant que possible sur l'une des plus belles rivières de France, sur celle qui se prête le mieux peut-être à ses admirables effets, en raison de sa faible pente relative. On a donc renoncé à l'emploi des barrages éclusés, et l'on a cherché un sys-

(3) Afin de donner une idée du temps perdu par la masse quotidienne des voyageurs pour le passage des huit écluses, nous supposerons qu'il eût suffi de dix minutes pour franchir chacune de ces écluses, dont le sas eût dû contenir un paquebot de 55 mètres de longueur, sur une largeur au moins de 10 mètres mesurée extérieurement aux tambours. Le temps nécessaire pour parcourir les 136 kilomètres = 34 lieues qui séparent Châlon de Lyon, est aujourd'hui moyennement de sept heures à la descente et de onze heures à la remonte, d'où la vitesse moyenne, tant pour la descente que pour la montée, est de $\frac{68^{l}}{18} = 3^{l}.77$ par heure, et par paquebot. Le passage des écluses aurait augmenté le temps du parcours de $1^{h}.33$.

En ce qui concerne le transport des marchandises par le *halage accéléré* de jour et de nuit, au moyen des huit écluses à sas pouvant contenir cinq bateaux, des calculs modérés ont fait connaître que le temps perdu au passage de ces huit écluses correspondrait au tiers du parcours entre Lyon et Châlon, en tenant compte de l'interruption annuelle de la navigation par les glaces et les hautes eaux, et aussi de l'accumulation des convois à certaines époques de l'année, comme en automne et au printemps.

tème de travaux qui, en utilisant la totalité du volume de la Grande-Saône, en y créant un chenal à eaux courantes et toujours libre, procurât un mouillage suffisant à l'époque des sécheresses, sans nuire en rien à la marche rapide des bateaux à vapeur. Les études auxquelles on a dû se livrer ont fait reconnaître que ce mouillage, dans les parties où les pentes sont les plus fortes, pouvait être porté à 1m.20, au plus bas étiage, ce qui correspond à un tirant d'eau de 1m.50, en étiage ordinaire et lors de la reprise de la navigation dans les canaux, à la suite de leur chômage annuel.

Système des rétrécissements partiels. — Ce but a été atteint jusqu'ici par l'application du système de *rétrécissements* partiels, employé déjà avec tant de succès sur la Midouze, l'Adour et la Garonne, mais approprié au régime particulier de la Saône. Il consiste à créer un lit mineur dans tous les passages difficiles, au moyen de digues longitudinales et transversales formées par un rang de piquets clayonnés et défendues par des enrochements ; à y réunir tout le volume des eaux jusqu'à 0m.75 au-dessus de l'étiage, en barrant tous les faux bras par des digues en pierre sèche de même hauteur ; à pratiquer dans ce lit mineur un chenal régulier d'étiage, au moyen de dragages, afin d'y concentrer tout le volume des basses eaux sur une largeur qui permette à deux paquebots de s'y croiser aisément ; à prévenir enfin, par des perrés de défense, la destruction de la berge du halage, qui en est toujours voisine, et, par suite, les atterrissements de ce chenal.

Les clayonnages longitudinaux, de 0m.50 à 0m.60 au plus de saillie, sont tracés en forme d'entonnoir, vers l'amont de chaque passage, de manière à régulariser insensiblement et de proche en proche le nouveau régime, dans toute l'étendue de la traversée des hauts-fonds. Ces clayonnages, surmontés d'une touffe d'osiers dits *vorgines*, offriront au lit mineur des parois végétales et flexi-

bles, de telle sorte que les bateaux ne puissent avoir rien à en redouter; ceux en travers, dont la saillie moyenne varie de $0^m.60$ à $0^m.70$, sont tenus en glacis vers le chenal et doivent assez promptement faire atterrir la largeur exubérante du lit, sans nuire aucunement à l'écoulement des crues.

Enfin les dragages nécessaires au creusement du chenal d'étiage ont été projetés et exécutés, autant que possible, de manière à offrir vers l'amont un évasement dans le sens vertical, soit afin de diminuer la pente de fond et par suite la vitesse, soit afin de favoriser la prompte régularisation du nouveau régime des eaux, sans que le plan d'eau des *fosses* ou *meuilles* supérieures puisse en être abaissé d'une manière nuisible à la navigation.

Tel est le système simple, économique et d'un facile entretien qui a été généralement adopté pour la Grande-Saône et dont les heureux effets ont été constatés, dans ces dernières années, sur tous les passages améliorés jusqu'ici et qui offraient les plus grandes difficultés.

Passages améliorés ou entrepris jusqu'ici. — Ces passages sont ceux de Mâcon, de Saint-Romain, de Trévoux, de la Pradelle et des Trois-Pierres, immédiatement au-dessous du pont de cette ville, de l'île Beyne, d'Albigny et de Couzon, des îles Roy et de Collonges, situés au-dessus de l'île Barbe et non loin de Lyon.

On a dû naturellement commencer par l'amélioration de ces passages, qui interceptaient presque toute navigation en basses eaux, puisque la profondeur n'y était, sur les barres transversales, que de $0^m.45$ à $0^m.60$ au-dessous de l'étiage, et qu'il importait de faire disparaître tout d'abord les plus graves obstacles, afin de faire jouir immédiatement le commerce de tous les sacrifices que l'état s'était imposés. Les passages d'une difficulté secondaire ont été ensuite attaqués, et ils sont poursuivis avec toute l'activité possible; ce sont ceux de Chanvord, en aval du

Doubs, de Châlon, de la Benne-la-Faux, à la sortie de cette ville et près de l'embouchure du canal du Centre, de Fleurville et des îles Broa, en face du canal de Pont-de-Vaux (4), de Taponas, de Belleville et de l'île Montmerle. Les autres passages moins difficiles encore, au nombre de dix, seront successivement entrepris et dans l'ordre des difficultés qu'ils présentent à la navigation; ils sont presque tous situés entre les villes de Châlon et de Mâcon, et leur tirant d'eau y varie de 0m.80 à 1m.20.

Pour mieux fixer les idées à l'égard du système des travaux exécutés sur la Grande-Saône, nous joignons à la présente notice des dessins relatifs aux passages de Mâcon, de Saint-Romain, de la Pradelle et des Trois-Pierres. Mais avant de décrire ceux exécutés à Mâcon, d'après un mode tout particulier et qui diffère des moyens ci-dessus indiqués, nous allons décrire les travaux de Saint-Romain qui comprennent une digue servant à fermer un faux bras, ainsi que des lignes de clayonnages, et ensuite ceux de la Pradelle et des Trois-Pierres qui ne comprennent que des clayonnages longitudinaux et transversaux. Ce sera pour nous l'occasion d'entrer dans quelques détails sur les dimensions des ouvrages et de compléter ce qui précède sur le système des rétrécissements partiels employé sur la Grande-Saône.

Passage de Saint-Romain, Pl. 77. — Ce passage situé à 14 kilomètres en aval de Mâcon et qui embrasse une étendue d'environ 1 850 mètres, sur 0m.38 de pente, depuis l'origine du perré de défense de la rive gauche en amont du

---

(4) Ce canal, dont la longueur jusqu'à la Saône est de 3600 mètres, et qui avait été commencé en 1789, vient d'être terminé sous notre direction. Sa largeur en cunette est de 10 mètres, et des contre-levées insubmersibles le bordent des deux côtés. L'une d'elles, qui se dirige sur un pont suspendu, a été empierrée sur 5 mètres. Les ouvrages d'art sont une écluse avec pont à l'embouchure de la Saône, un barrage de prise d'eau dans la Reyssouse, une écluse de garde et une passerelle à l'américaine, l'une des premières qui aient été construites en France.

Bief du Chêne, jusqu'au pont suspendu de Saint-Romain, offrait de graves obstacles et même des dangers à la navigation tant à la descente qu'à la remonte, pendant toute la durée des basses eaux : à la descente, les bateaux qui ne pouvaient suivre le bras gauche contigu au halage, en raison du faible mouillage que présentait ce bras, à l'emplacement des deux seuils exprimés par le profil en long, et qui, en certains points, n'était que de $0^m.45$, venaient souvent, en se dirigeant sur le bras droit, où le tirant d'eau était considérable, échouer sur le vaste banc de gravier situé en tête de la première île (*voir* le plan et le profil en long, *fig.* 1 et 10); à la remonte, les chevaux haleurs obligés de traverser le bras de droite à ses deux extrémités, pour venir tirer le long des îles, et de traverser ensuite le lit entier de la Saône pour reprendre le chemin de halage situé sur la rive gauche, étaient sans cesse exposés à se noyer dans les trous qu'ils rencontraient sur cette triple traversée. Il était urgent d'arrêter les déplorables effets de ce désordre, dû en grande partie à un atterrissement formé à l'embouchure de la Mauvaise et provenant des débris que ce torrent entraîne, à chaque orage, du sommet de la chaîne de coteaux élevés qui longe la rive droite. Cet atterrissement menaçait de barrer presque entièrement le lit de la Saône. De plus, et en amont de ce vaste dépôt, les eaux tendaient à se jeter sur la même rive et à y former un nouveau faux bras, par suite de la consolidation d'un banc de sable que l'on voit figuré sur le plan.

Pour restituer au chenal de navigation toutes les eaux d'étiage, en même temps que pour mettre un terme définitif aux désordres ci-dessus signalés, voici les travaux exécutés à ce passage : un clayonnage longitudinal, qui s'enracine à l'origine de l'anse ou du faux bras qu'il s'agissait de fermer, passe sur le noyau du banc de sable et vient se rattacher à une partie solide de l'atterrissement,

en présentant une lacune réclamée par le marinage, pour servir d'entrée aux bateaux surpris par le mauvais temps et qui viennent se garer dans l'anse en question et à l'abri du clayonnage. Une digue oblique en pierres sèches, tracée d'abord suivant un arc de cercle, sert à la fois à fermer le large faux bras où passait la navigation et à dévier l'embouchure du torrent, de manière à rejeter dans ce bras tous les débris qu'il entraîne lors des orages. Cette digue de 773 mètres de longueur, qui vient se rattacher à la partie saillante du flanc de la première île, présente, dans toute sa partie curviligne, une inclinaison vers l'aval, depuis le niveau de la berge d'enracinement jusqu'à $0^{m}.75$ au-dessus de l'étiage, et une sorte de déversoir tenu à $0^{m}.15$ en contre-bas de ce dernier niveau, y est pratiqué sur une longueur de 66 mètres, vers l'emplacement de l'ancienne entrée du faux bras (voyez les coupes diverses). Plus de 45 000 mètres cubes de graviers ont dû être extraits à la drague pour creuser un chenal régulier d'étiage, le plus près possible du chemin de trait, et la rive où est établi ce chemin a été revêtue d'un perré, à 45 degrés, pour la préserver de l'action destructive des courants et des vagues et prévenir ainsi de nouveaux atterrissements dans le chenal. Des escaliers de sauvetage et des rampes ont été pratiqués dans le perré, afin d'y rétablir l'accession de la rivière et de permettre aux chevaux haleurs de descendre sur la plage découverte; enfin un pont de halage, sur le Bief du Chêne, dont l'accès était incommode et dangereux, a été reporté sur la ligne du chemin de trait, en déviant l'embouchure de ce ruisseau. Tel est l'ensemble des travaux qui ont complétement amélioré ce passage.

Observations sur l'effet du barrage des Chanillons, à Saint-Romain. — Avant la fermeture du bras droit, dit des Chanillons, dont le volume pourrait être estimé à environ le tiers du volume total, des échelles graduées

par centimètres avaient été placées le long du chenal, tant en amont qu'en aval du barrage de ce bras, depuis un point situé vis-à-vis l'embouchure de la Mauvaise, jusque vis-à-vis l'extrémité inférieure de la deuxième île. Le soir même du jour où la fermeture fut opérée, le 12 août 1840, la surélévation maximum du plan d'eau fut observée à la première échelle située en face du torrent et trouvée de $0^m.085$; ce remous qui paraît s'être étendu jusqu'au delà du point d'enracinement du clayonnage longitudinal, augmenta graduellement, au fur et à mesure du garnissage de la digue, jusqu'au 14 au soir, où il fut trouvé de $0^m.195$. Il en résulta une augmentation de pente de $0^m.11$, entre les deux échelles extrêmes, et par suite, un accroissement de vitesse qui gêna d'abord la remonte des bateaux. Cet effet, toutefois, ne fut que passager et transitoire; il alla constamment en diminuant, à mesure que le nouveau régime tendait à se régulariser et à prendre la stabilité qu'il paraît avoir actuellement acquise; car un nivellement opéré avec soin, le 18 mai 1842, alors que les eaux n'étaient qu'à $0^m.06$ au-dessus de l'étiage, loin de signaler une augmentation de pente par rapport au nivellement primitif, entre le Bief du Chêne et le pont suspendu, accusa au contraire une diminution de $0^m.09$, par suite des dragages effectués sur le premier seuil, en amont du faux bras. Les vitesses primitives, dont le maximum observé au passage des seuils était de $1^m.11$ par seconde, n'en sont pas moins accrues à l'étiage; et leur maximum, sur une assez courte distance, est aujourd'hui de $1^m.33$, en raison des profondeurs trop considérables qu'on a été forcé de donner au chenal d'étiage, où tout le volume des eaux se trouve alors concentré.

Digues basses de fermeture. — Des digues basses de fermeture ont été depuis exécutées aux passages de l'île Beyne, d'Albigny, de Couzon et des îles Roy, mais on n'a pas cru nécessaire d'y pratiquer de déversoir. Ces digues,

construites toutes en pierres sèches, sont variables d'épaisseur, suivant la masse des eaux qui s'écoulaient par les faux bras. Sur chaque couche d'enrochements, on a eu soin de couler une couche de gravier provenant des dragages, afin de remplir les vides laissés entre les moellons, et quand les digues ont été revêtues en parement et en couronne par les blocs les plus forts et les plus réguliers, on a versé en amont et sur toute la ligne, plusieurs bateaux de gravier qui les ont rendus aussi parfaitement étanches, que si elles eussent été construites en maçonnerie à mortier. La couche de fondation, sur 0m.45 environ d'épaisseur, a été rapidement étendue sur toute la largeur de la base, en commençant par les parties les plus profondes du profil et en cherchant à s'arraser de niveau, autant que possible; par ce moyen, que nous avions indiqué au devis général pour la Basse-Saône, on a prévenu tout affouillement sensible pendant la durée de cette opération délicate.

Clayonnages enrochés. — Les clayonnages longitudinaux et transversaux ont été partout établis sur une seule file de piquets dont l'espacement, la grosseur et la longueur varient avec la profondeur du lit, au moyen d'entrelas en branchages de saule ou de chêne fraîchement coupés. Ainsi, dans les parties peu profondes et jusqu'à 0m.60 à 0m.80, l'espacement des piquets est de 0m.60, leur grosseur de 0m.08 à 0m.12 et leur longueur de 2 mètres à 2m.20; dans les parties plus profondes du lit, l'espacement est de 0m.80, la grosseur de 0m.12 à 0m.15 et la longueur de 3m.50 à 4m.50. Le prix du mètre courant des clayonnages est de 1fr.80 dans le premier cas, et de 5 fr. dans le deuxième et dans les parties profondes. L'enrochement de défense a été exécuté, suivant un profil prismatique, dont la base supérieure ou le couronnement, arrangé à la main, a été généralement de 0m.25 en contre-bas de la tête des piquets, qui, pour les clayon-

nages longitudinaux, saille de $0^m.60$ par rapport au niveau de l'étiage; et quand on n'a pas besoin de disposer autrement du produit des dragages, la face du large est seule défendue par l'enrochement et la face opposée est simplement garnie de gravier sur la plus grande largeur possible. C'est sur ce gravier et sur les atterrissements qui se forment derrière les clayonnages, que l'on plante des boutures d'osier ou de vorgines, indépendamment des touffes attachées à chaque piquet, ainsi qu'on le voit exprimé sur le plan de Saint-Romain, Pl. 77, *fig.* 1.

Dragages. — Les dragages pour le creusement du chenal d'étiage ont été faits au moyen de dragues à manége et à vapeur, construites d'après le système de M. l'inspecteur général Kermaingant. Nous devons faire observer qu'il a toujours été impossible de réduire le cube des produits à celui calculé sur les profils, soit en raison de la difficulté de n'enlever que des couches minces, là où la profondeur du creusement à faire ne dépasse pas $0^m.30$, soit en raison de la nature du fond qui, à Saint-Romain, par exemple, a exigé des approfondissements de 2 mètres et 3 mètres, pour pouvoir attaquer une couche d'argile régnant sur une grande partie. On y a vainement tenté de mordre cette couche avec les dents des hottes, tout l'appareil se brisait, et l'on a dû creuser aux profondeurs ci-dessus indiquées, afin de saper le dessous de la couche en question et de favoriser sa rupture en gros fragments que les hottes contenaient à peine. C'est ce qui explique le peu de régularité des sondes transversales comparatives que nous joignons à la feuille du plan. Dans tous les passages où la nature du fond rendait le dragage facile, le chenal d'étiage a 30 mètres en cunette, et trois paquebots à vapeur peuvent aisément s'y croiser.

En résumé, pour avoir une idée suffisamment exacte du cube des dragages à effectuer, il convient d'ajouter au

volume qui a été calculé sur le relevé des sondes transversales, le 1/4 ou le 1/3 en sus, pour les graviers les plus faciles à extraire, et la 1/2 ou les 3/5 pour les parties argileuses, où le sol a été reconnu compacte et très-résistant, comme l'espèce de poudding trouvé dans le bras navigable de la Saône, au passage des îles Roy. Dans le premier cas, le prix d'extraction, y compris transport à 600 mètres en réduite et emploi sur le chemin de halage jusqu'à la hauteur de 4 mètres au-dessus de l'étiage, est de $1^{fr}.50$ par mètre cube, et dans le deuxième cas, ce prix est de $1^{fr}.80$.

Perrés de défense. — Lorsque nous sommes arrivé sur la Saône, on employait dans l'exécution des perrés de défense, partout où ils étaient exposés au choc des bateaux, comme en aval du pont de Mâcon, de forts moellons parfaitement dressés à la grosse pointe, dont l'appareil variait de $0^{m}.15$ à $0^{m}.40$ de hauteur, sur $0^{m}.45$ de pénétration ou de queue réduite, avec joints de retour sur $0^{m}.16$ à $0^{m}.20$, et dont le prix était de $7^{fr}.95$ le mètre quarré. Ces perrés dits de 1re classe étaient exécutés par assises toujours horizontales et couronnés par de forts recouvrements en pierre de taille, de $0^{m}.40$ de largeur et $0^{m}.32$ de hauteur. Bientôt, à ces perrés nous substituâmes ceux de 2e et de 3e classe, dont la hauteur d'appareil variait de $0^{m}.08$ à $0^{m}.20$ et dont les recouvrements n'avaient que $0^{m}.25$ en largeur sur $0^{m}.21$ de hauteur. Les perrés de 2e classe, payés à raison de $5^{fr}.50$ et dont l'emploi était encore motivé sur leur exposition au choc des bateaux, près des ports, n'avaient que $0^{m}.33$ de queue réduite et étaient encore dressés avec soin, mais posés par assises à peu près horizontales, avec joints de retour de $0^{m}.08$ à $0^{m}.12$. Enfin ceux de 3e classe, simplement smillés et payés $4^{fr}.20$ le mètre quarré, n'avaient que $0^{m}.30$ de queue en moyenne, avec joints de $0^{m}.06$ à $0^{m}.10$ de longueur; et ils étaient posés par assises à peu près de niveau,

en raison de la forme régulière des moellons et du gisement très-remarquable des bancs, dans les diverses carrières qui longent la rive droite entre Tournus et Mâcon. C'est cette dernière espèce qui a été employée au passage de Saint-Romain et à tous ceux de la Grande-Saône, avec garnissage de graviers par derrière, sur $0^{m}.40$ à $0^{m}.50$ d'épaisseur. Les perrés ainsi construits, d'une stabilité à toute épreuve, ont résisté à tous les effets des grandes crues de 1840 et de 1841. On est parvenu, dans ces derniers temps, à les exécuter avec une telle perfection sur la Saône, que les courbes les plus sinueuses se dessinent avec autant de pureté que celles régulièrement tracées sur les plans, et que leur parement, loin d'arrêter les câbles de halage, tirés par des équipages de 18 à 24 chevaux, ce qui les exposerait à une destruction prochaine par suite de l'ébranlement des moellons, présente au contraire des surfaces unies et régulières.

Des perrés, dits de *blocages*, et à joints de hazard ont aussi été employés, depuis 1842, à raison de $3^{fr}.75$ le mètre quarré, mais leur stabilité et leur durée sont loin d'égaler celles des perrés de 3e classe : leur stabilité, par la raison que si les éclats, servant à garnir certains joints, viennent à être enlevés par les vagues dues à la marche rapide des paquebots, le vide est aussitôt produit par derrière, et le perré s'écroule presque immédiatement ; leur durée, en ce qu'on est obligé de faire un triage parmi les enrochements qui appartiennent à des bancs moins durs et moins résistants, pour trouver des blocs irréguliers d'une épaisseur moyenne de $0^{m}.30$, reconnue nécessaire pour se maintenir, et que, par cela même, ils sont exposés à l'action de la gelée. Les perrés de 3e classe, tels qu'ils ont été exécutés sur la Saône, outre l'aspect de régularité qu'ils offrent à l'œil, nous paraissent donc de beaucoup préférables sous tous les rapports.

Relevé de la dépense au passage de Saint-Romain. — Avant de décrire les autres passages ci-dessus indiqués, nous allons donner le montant de la dépense faite à celui de Saint-Romain, d'après le procès-verbal de réception définitive des travaux. Nous ferons observer que les dragages ont de beaucoup dépassé les prévisions du projet, en raison de la nature du fond déjà signalée. Cette circonstance imprévue a forcé de creuser les deux seuils du chenal navigable sur des profondeurs variant de 2 mètres à 3 mètres, suivant les difficultés à surmonter, et de réduire à environ 25 mètres sa largeur en cunette, pour une profondeur de $1^m.20$, dans l'espoir que des éboulements latéraux dus aux grandes crues viendront élargir ce chenal et en diminuer la profondeur exubérante :

	fr.
Dragage du chenal d'étiage dans le bras de navigation, sur 1 000 mètres.	61 238.62
Barrage du faux-bras, ou digue de fermeture, sur 773 mèt.	24 270.60
Clayonnages vis-à-vis l'anse d'amont, sur 1 400 mètres.	8 701.96
Banquette empierrée et perré de défense, y compris le pont de halage, sur 1 850 mètres, etc.	38 948.60
Ensemble.	133 159.78
Ouvrages par attachement, études et frais de surveillance, etc.	4 738.09
Total.	137 897.87

	fr.
Il suit de là que le mètre courant de chenal dragué est revenu à	61.24
le mètre courant de digue de fermeture à	31.40
le mètre courant de clayonnages enrochés à. . .	6.22
Idem de banquette, avec perré de défense à. . .	21.05

Passages de la Pradelle et des Trois-Pierres. — Ces deux passages situés à la sortie du port de Trévoux, où la profondeur varie de 2 mètres à 4 mètres, sont à peu près contigus et ne sont séparés l'un de l'autre que par une *fosse* d'environ 700 mètres de longueur. Un grand désordre régnait sur cette partie du cours de la Saône, où le tirant d'eau se trouvait réduit à $0^m.50$ et à $0^m.56$ sur les hauts-fonds les plus saillants, et les bateaux au 1/5 de leur charge venaient très-souvent y échouer et intercepter

tout passage durant des heures et des journées entières, tandis que les paquebots, malgré leur double allége, s'y engravaient constamment par le seul poids de leur machine de 15 à 17 chevaux. Le faible mouillage que présentaient ces passages provenait évidemment d'une barre naturelle, correspondant à la plus grande saillie du fond, et à l'excès de largeur du lit qui tendait sans cesse à s'accroître, par suite de la formation de bancs de gravier ou d'îlots que l'on voyait surgir au-dessus de l'étiage. Le chenal y était d'ailleurs sinueux, les vitesses assez grandes (de $1^{m}.11$ à $1^{m}.25$ par seconde) et de forts courants transversaux provenant des *montiaux* ou bancs de sable, qui s'étaient formés vers le milieu du deuxième passage, y jetaient une perturbation difficile à décrire.

L'objet des travaux exécutés sur ces deux passages a été d'y rétrécir le lit, au moyen de clayonnages longitudinaux tracés en forme d'entonnoir, vers l'amont; d'intercepter tout le volume des eaux qui se perdaient derrière les bancs de graviers, au moyen de clayonnages transversaux légèrement inclinés vers la passe contiguë au chemin de halage, et de restituer ces eaux au lit mineur ainsi formé; de creuser et de régulariser le chenal d'étiage, au moyen de dragages, en conservant la passe existante partout où cela était possible; et de défendre enfin la rive du halage par un perré accompagné de rampes d'accession et d'escaliers de sauvetage, afin d'y prévenir tout nouvel atterrissement.

L'objet que l'on s'était proposé a été parfaitement rempli: les nouvelles vitesses dans les parties les plus rétrécies dépassent à peine les vitesses primitives; le chenal d'étiage, convenablement rectifié, de manière à se maintenir vers la rive de halage, et à présenter un tirant d'eau minimum supérieur à $1^{m}.20$, loin de s'atterrir de nouveau, s'est amélioré au contraire, par l'effet des courants de fond qui y

produisent une chasse naturelle, et les paquebots s'y croisent facilement sans allége, bien que la force actuelle de leurs machines soit de 40 à 80 chevaux.

En général partout où le thalweg rectifié a pu être tenu le long d'une même rive, ce qui a eu lieu pour tous les passages de la Grande-Saône, à l'exception de ceux de Trévoux et de Mâcon, les chasses naturelles produites par les seuls courants de fond ont suffi pour les nettoyer et y prévenir tout ensablement, lorsque la rive voisine a été défendue. Le chenal d'étiage s'est même régularisé dans son profil transversal, et les traces des sillons formés par les passages successifs de la drague tendent à s'y effacer, lors des crues, ainsi qu'on s'en est assuré par des sondes faites à la suite de chaque hiver. Au passage de Trévoux, la présence de nombreuses îles et le cours sinueux de la Saône ont forcé de passer d'une rive à l'autre, ce qui a donné lieu à des dragages d'entretien. Il en a été de même au passage de Mâcon, où le halage change de rive au pont de cette ville.

Passage de Mâcon, Pl. 78. — Ce passage offrait l'image du plus grand désordre : un vaste banc de gravier situé en aval du pont et provenant d'un affouillement très-profond qui existe à l'issue de ses douze arches, avait forcé le courant à se jeter sur la rive gauche, derrière l'île de la Réjouissance, et à y former un faux bras où passait la navigation, par suite des travaux de défense exécutés le long de la ville. Il en résultait les plus graves inconvénients pour la navigation, car les bateaux de descente, en sortant de l'arche marinière du pont (la 2e de rive droite), obligés de tourner brusquement à gauche et perpendiculairement au courant pour suivre la *meuille*, ou l'affouillement en question et se diriger vers le faux bras de la Réjouissance, venaient presque tous échouer sur le banc de gravier et y subir des avaries plus ou moins fortes; les bateaux de remonte étaient soumis à des manœuvres

encore plus difficiles et exposés à de véritables dangers, pour venir gagner l'arche marinière et y refouler l'énergie du courant, sans se heurter contre l'arrière-bec de l'une des piles de cette arche (*voir* le plan de ce passage, *fig.* 1).

Lorsque nous arrivâmes sur la Saône, on avait commencé l'établissement d'une digue et d'un port à gradins, pour rattacher la tête du pont à l'île de la Réjouissance et pour fermer le faux bras situé dans le département de l'Ain. On augmentait sans doute par ce moyen le volume des eaux du bras principal, mais la manœuvre n'en demeurait pas moins très-difficile au passage du pont, soit à la descente, soit à la remonte des bateaux, et le mouillage dans l'étroit chenal de rive droite et le long du port sud de Mâcon ne s'y trouvait pas moins réduit à $0^{m}.59$, en raison des grandes vitesses qui régnaient à la sortie du pont et le long de ce port (*voir* le profil en long, *fig.* 2).

Divers projets furent proposés pour remédier à cet état de choses, et pour augmenter le tirant d'eau de manière à ce que les bateaux, après avoir franchi l'arche marinière, pussent suivre ce dernier port jusqu'à son extrémité inférieure, avant de gagner le chenal longeant la rive du halage, et de façon à desservir à la fois les ports de Mâcon et de Saint-Laurent-de-l'Ain. Le faible volume des eaux d'étiage ($60^{m.c.}.28$) rendait le problème fort difficile, en ce que ce volume devait alimenter les deux thalwegs à ouvrir ou à perfectionner; et l'on adopta le barrage d'essai figuré sur le plan, *fig.* 1, 6 et 7, en tête de l'île de la Charité, avec large passe navigable et toujours libre, afin d'amortir, par le relèvement du plan d'eau en amont, les fortes vitesses ci-dessus signalées.

Barrage partiel avec passe de navigation. — Ce barrage dont le couronnement devait être tenu à $0^{m}.15$ seulement au-dessus de l'étiage, mais qui, en raison de la hauteur des eaux pendant toute la durée de la campagne de 1838, est réellement à $0^{m}.25$ au-dessus de ce niveau, ferme en-

tièrement le bras de droite en aval de Mâcon, et les 2/5 du bras principal. La largeur de la passe ou du pertuis libre est de $48^{m}.50$ à son entrée, sur 20 mètres de longueur, et de $50^{m}.50$ à sa sortie, au moyen d'un évasement sur 15 mètres de longueur ; le but était d'y permettre le croisement des paquebots et des convois de bateaux, et de diminuer, par l'évasement des bajoyers, la cataracte ou le *rapide* que l'on redoutait à la sortie de cette espèce de défilé. La longueur des bajoyers destinés à étendre la chute due au barrage, y compris les musoirs d'amont et d'aval, est de $41^{m}.50$. La profondeur d'eau, à l'emplacement de la passe, étant de $1^{m}.90$, il était indispensable d'y construire un radier solide qui prévînt tout affouillement et qui permît au barrage de remplir le but à atteindre, celui de relever le plan d'eau en amont et d'amortir les grandes vitesses produites par la cataracte de $0^{m}.17$, qui avait lieu sous les arches du pont. Ce radier devait être arrasé à $1^{m}.25$ au-dessous de l'étiage, mais comme il a été construit en enrochements qui pouvaient être déplacés par les courants de fond et présenter des saillies dangereuses, on a cru devoir, par prudence, tenir son seuil à $1^{m}.40$ en contre-bas de ce niveau. Il en résulte que le relèvement du plan d'eau en amont n'est en réalité que de $0^{m}.115$, mais il a suffi pour y diminuer sensiblement les vitesses en étiage et pour maintenir un tirant d'eau minimum de $1^{m}.39$ dans le chenal de Mâcon, ouvert sur le flanc du banc de gravier, au moyen de la drague, sur près de 600 mètres de longueur (5). Afin de prévenir tout affouillement à la sortie de la passe, et, par suite, le relèvement du fond en aval, on a eu soin de le revêtir d'un enrochement en glacis, sur une longueur

(5) Pour déterminer la largeur de la passe navigable, nous nous étions servi de la formule relative aux déversoirs incomplets de Dubuat. Cette formule, prise dans d'Aubuisson, est celle-ci : $q = (1.80lh + 2.75lh')\sqrt{h}$, dans laquelle $q = 60^{m.c.}.28$ est le volume en étiage ; l la largeur cherchée ; $h = 0^{m}.15$ la hauteur du relèvement, et $h' = 1^{m}.25 - 0.15 = 1^{m}.10$ celle

de 25 mètres et sur toute la largeur de cette passe, à partir du radier qui a 10 mètres en couronne.

Mode de construction du barrage partiel. — Voici le mode de construction qui a été suivi pour le barrage : afin de prévenir tout affouillement, des pieux moisés avec palplanches jointives ont été battus des deux côtés du barrage, tant du côté d'amont que du côté d'aval ; on a dragué l'espace compris dans cette enceinte sur $0^m.35$ de profondeur et l'on y a coulé du béton pour servir de noyau au barrage, dont le couronnement en pierre de taille a un mètre de largeur sur $0^m.35$ d'épaisseur. Du côté d'amont, ce noyau a été défendu par un enrochement de 1 1/2 de

---

de la charge primitive sur le seuil du radier considéré comme la crête du barrage incomplet.

D'où

$$l = \frac{q}{(1.80lh + 2.75lh')\sqrt{h}} = \frac{60^{m.c.}.28}{3^m.295 \times 0^m.387} = 47^m.28,$$

largeur moyenne qui correspond à celle de $48^m.50$ adoptée en gueule, pour l'entrée de la passe, avec le profil trapézoïdal et le talus des bajoyers à 45 degrés.

On pense que si le radier de la passe eût pu être régulièrement arrasé à $1^m.25$, au lieu de $1^m.40$, en réduite, au-dessous de l'étiage, le relèvement se serait peu écarté des $0^m.15$ supposés dans le calcul précédent.

Nous allons ici rendre compte de deux expériences sur les vitesses à la sortie du pont et dans la traversée de la passe, au moyen de flotteurs verticaux en fer-blanc, plongeant de $0^m.90$ au-dessous de la surface et donnant à très-peu près la vitesse moyenne du courant sur l'axe du thalweg. Nous ferons préalablement observer que les vitesses primitives à la sortie du pont étaient de $1^m.60$ à $1^m.80$, avant l'établissement du barrage partiel.

1re *expérience du* 27 *septembre* 1838, *les eaux recouvrant le barrage de* $0^m.36$.

1° A la sortie du pont, vitesse maximum observée, $1^m.30$ par seconde.
2° Dans la traversée du pertuis de navigation, *idem*, $1^m.33$

2e *expérience du* 28 *avril* 1840, *les eaux affleurant le couronnement du barrage.*

1° Sous le pont, vitesse maximum observée $= 1^m.60$ par seconde.
2° A la sortie du pont. . . . . *idem.* $= 1^m.10$
3° Dans la traversée du pertuis . . . *idem.* $= 1^m.43$

base sur un de hauteur, et, du côté d'aval, par un autre enrochement de 5 de base pour un de hauteur, suivant la courbe indiquée sur la coupe en travers, Pl. 78, *fig.* 4. Le musoir de l'île de la Charité, qui lui sert d'enracinement, a été défendu par un perré conique à base d'ellipse, avec talus à 45 degrés sur les flancs, et de 2 1/2 de base sur un de hauteur dans la direction de l'axe tourné vers l'amont du courant. Des escaliers pratiqués dans les perrés de l'île et de la rive droite, sur l'axe même du barrage, servent à le visiter en basses eaux et lorsqu'il est découvert.

Mode de construction des bajoyers de la passe, fig. 3 et 5. — Nous avons déjà dit de quelle manière avait été construit le seuil ou radier de la passe; il nous reste à parler de ses bajoyers et notamment de celui du large, dont nous donnons le profil, et qui a été exécuté avec une simplicité remarquable.

Une enceinte a été formée tout autour, au moyen de simples pieux espacés tant plein que vide et moisés au niveau de l'étiage. Cette enceinte a été remplie par de gros blocs d'enrochements jetés par couches successives, en ayant soin de garnir les vides de chacune de ces couches avec les plus gros graviers provenant du dragage et que l'on coulait avec soin sur la dernière couche; et à $0^m.25$ seulement au-dessous de l'étiage, on a posé une aire de béton sur laquelle ont été établies les maçonneries en saillie de $1^m.25$ par rapport à ce niveau. Les flancs de ce massif ont été revêtus en moellons de perré de 1re classe, et sa face supérieure a été couronnée en pierre de taille sur $1^m.50$ de largeur et $0^m.35$ de hauteur. Deux balises peintes et en bois de chêne, de $0^m.40$ d'équarrissage et de $5^m.50$ de hauteur, par rapport au niveau de l'étiage, ont été plantées à ses deux extrémités, afin de signaler le pertuis, lors des plus hautes eaux navigables et des brouillards.

L'enceinte des pieux a été en outre défendue, tant du côté de la passe qu'à l'extérieur, par des enrochements

affleurant le dessus des moises, sur un talus de 1 1/2 de base pour un de hauteur. Malgré la vitesse du courant indiquée dans la note précédente, nul déplacement sensible n'a eu lieu dans ces enrochements, si ce n'est dans la zone extérieure et par suite d'un excès de vitesse produit par la chute de la partie contiguë du barrage, et nul mouvement ne s'est manifesté ni dans le massif ni dans les parements du bajoyer du large; celui de rive n'a reçu d'enceinte que du côté de la passe ou du pertuis.

C'est à la suite de cette expérience bien constatée et dont les résultats sont aujourd'hui confirmés sur tous les points, que, dans les projets ultérieurement rédigés pour les digues ou barrages de fermeture des faux bras, nous avons adopté l'emploi pur et simple de maçonneries en pierres sèches, avec garnissage en graviers, au lieu du mode beaucoup plus dispendieux qui avait été suivi pour le barrage de Mâcon. Nouvellement arrivé sur la Saône, quand le projet en fut dressé, et n'ayant pas une expérience suffisante des effets produits par les glaces et les crues de cette rivière, nous avions cru devoir, par prudence, adopter toutes les précautions décrites plus haut dans la construction de ce barrage.

L'objet qu'on se proposait au surplus, par son établissement, a été rempli, ainsi qu'on en peut juger par la deuxième partie de la note précédente. Les bateaux suivent avec la plus grande facilité le thalweg principal, dont l'axe est tracé sur le plan, *fig.* 1; la passe est franchie sans nulle difficulté par ceux de montée et sans nouvel effort de traction, et la traversée de Mâcon, jadis si difficile et si périlleuse, est aujourd'hui l'une des plus sûres et des plus commodes de la Saône, surtout depuis la construction plus récente d'une banquette de halage sous la première arche et le long des quais de cette ville.

Indépendamment des travaux ci-dessus exécutés en lit de rivière, dans cette traversée, et d'un perré continu le

long de l'île de la Réjouissance et jusqu'au delà du pont biais qui permet, vers l'aval, l'entrée de l'ancien bras intercepté par la digue supérieure et transformé en vaste gare pouvant contenir plus de 1 000 bateaux, on y a établi, dans l'intérêt du commerce et avec le concours des deux villes, les ouvrages d'art suivants : 1° un port à gradins et un large quai en aval de Mâcon, au quartier des Marans et en amont du barrage; 2° en amont du pont et le long de Saint-Laurent, un port symétrique avec celui d'aval et un quai de 700 mètres de longueur.

Malgré toutes les précautions prises au passage de Mâcon pour y rendre la navigation facile, malgré l'énorme largeur du pertuis navigable, où le maximum de vitesse n'a été trouvé que de $1^{m}.43$ par seconde, et les balises très-apparentes placées à chacun des musoirs de son bajoyer du large, les mariniers de la Saône, peu accoutumés à y rencontrer des écueils, n'ont vu qu'avec une extrême répugnance l'exécution de ce travail, bien que nul accident ne leur soit encore arrivé depuis 1838, époque où la passe a été terminée. C'est en raison de cette répugnance que, malgré les succès obtenus à ce passage fort difficile à améliorer, par les raisons ci-dessus indiquées, nous avons renoncé à ce mode de travaux pour le reste de la Grande-Saône et que nous en sommes revenu au système des *rétrécissements* par clayonnages, avec les modifications appropriées au régime de la Saône, système qui nous avait si bien réussi sur la Midouze, de 1830 à 1835.

Effet du barrage des îles Roy. — Au passage des îles Roy, la Saône se divise en deux bras inégaux : l'un, celui de gauche, qui longe le chemin de halage et dont la section transversale n'était que de $26^{m.q.}.03$ vers son origine, en raison de sa faible profondeur moyenne qui n'était que de $0^{m}.56$, sert exclusivement à la navigation; et l'autre, celui de droite, situé près du hameau d'Island, dont la section est de $114^{m.q.}.75$, servait uniquement à alimenter

des moulins à nef. D'après des jaugeages basés sur un relevé très-exact des profils et sur la détermination de la vitesse moyenne, nous avions trouvé que le volume de ce dernier bras était environ le triple de celui qui s'écoulait par le bras navigable, malgré les fortes vitesses observées dans ce bras, à la suite du seuil situé vers la tête de la première île. Afin de restituer à celui-ci la totalité du volume des eaux en étiage, le projet d'amélioration comportait l'exécution d'un barrage en pierres sèches destiné à fermer le bras d'Island, avec 0m.60 seulement de saillie au-dessus de l'étiage, afin de prévenir une trop grande vitesse dans le chenal de navigation.

Nous avions cherché, *à priori*, à nous rendre compte de la surélévation du plan d'eau, à l'entrée du bras navigable, par suite de l'introduction du nouveau volume, triple du volume primitif, en supposant que nulle modification ne serait apportée au fond et à la section transversale, et nous avions trouvé par le calcul une surélévation de 0m.64. Quand le barrage fut terminé et avant d'avoir commencé le dragage du seuil, le surhaussement du niveau fut observé en étiage et trouvé de 0m.46, bien que le barrage n'eût pas encore reçu les graviers en amont destinés à le rendre étanche et qu'une portion notable des eaux s'échappât par les interstices des enrochements qui formaient le noyau de ce barrage. Nous ne doutons pas que, si la marche des travaux eût permis de compléter l'expérience et de prendre ailleurs que sur le seuil en question le produit des dragages à jeter en amont de la digue, les prévisions du calcul ne se fussent à très-peu près vérifiées (6); mais, dans l'intérêt de la navigation et de l'économie, on a dû se hâter de draguer sur ce seuil, afin de diminuer l'énorme vitesse qui régnait dans le bras navigable et d'en employer les pro-

(6) Nous avons fait usage, pour ce calcul, de la formule d'écoulement relative aux grandes vitesses, telles que celle de ce passage, et que l'on

duits à étancher le barrage ; de telle sorte que le fond de la rivière était abaissé, à mesure que la surélévation du plan d'eau s'augmentait par l'effet de l'étanchement de la digue de fermeture.

RÉSULTATS OBTENUS.

Nous avons déjà fait pressentir, dans les descriptions qui précèdent, une partie des résultats en ce qui concerne le tirant d'eau produit par l'exécution de ces travaux et dont le minimum dépasse la hauteur de $1^m.20$, obtenu à la suite des travaux déjà exécutés sur les passages les plus difficiles. Nous allons entrer dans quelques détails à cet égard, en ce qui concerne la navigation proprement dite, et d'abord nous rappellerons l'état de la navigation en 1835, époque où nous fûmes envoyé sur la Saône.

---

trouve dans l'excellent traité d'hydraulique de d'Aubuisson. Cette formule est celle-ci :

$$V = 51lh\frac{\sqrt{plh}}{l+2h},$$

dans laquelle V est le volume d'un cours d'eau, l la largeur du lit, h la hauteur ou profondeur réduite, et p la pente moyenne ; d'où il résulte que, si la pente et la section demeurent constantes et que la double hauteur d'eau soit négligeable, par rapport à la largeur du cours d'eau, comme dans le cas qui nous occupe, l'augmentation de hauteur résultant de l'introduction d'un nouveau volume est proportionnelle, non au volume introduit, mais à $V'^{\frac{2}{3}}$, V' étant ce volume.

En effet, si V', l', p' et h' représentent les valeurs correspondantes pour un autre lit, on aura : $V : V' :: 51lh\frac{\sqrt{plh}}{l+2h} : 51l'h'\frac{\sqrt{p'l'h'}}{l'+2h'}$. Si maintenant $l=l'$, $p=p'$ et que $2h$ et $2h'$ soient négligeables, on aura : $V : V' :: lh\sqrt{h} : l'h'\sqrt{h'}$, ou $V^2 : V'^2 :: h^3 : h'^3$. D'où :

$$V^{\frac{2}{3}} : V'^{\frac{2}{3}} :: h : h' = \frac{hV'^{\frac{2}{3}}}{V^{\frac{2}{3}}}.$$

C'est par cette dernière considération que nous avions déterminé, sans le secours des vitesses, la valeur de h' ou la surélévation approximative produite par l'introduction du nouveau volume et trouvée de $0^m.64$.

État de la navigation en 1835. — Par suite du faible tirant d'eau en étiage, tant sur la Petite que sur la Grande-Saône, tirant d'eau qui se trouvait réduit à $0^m.45$ sur certains passages et à $0^m.35$ à celui de Trévoux, les bateaux du commerce ne pouvaient naviguer qu'avec le 1/4 au plus de leur charge, et les paquebots des voyageurs, malgré le faible poids de leur machine de 15 chevaux et les deux alléges où l'on emprisonnait les voyageurs, à partir de Saint-Bernard, immédiatement en amont du passage de Trévoux, étaient souvent arrêtés à ce passage durant des heures et des jours entiers, et raclaient ensuite dans la traversée de tous les passages inférieurs. On peut dire même que toute espèce de navigation était interceptée pendant la durée des sécheresses extrêmes.

Son état actuel. — Aussitôt après l'exécution des travaux de Mâcon et de Trévoux, de nouveaux paquebots, armés de machines plus fortes, purent naviguer sur la Grande-Saône pendant une bonne partie de l'été, et l'usage des alléges ne fut plus nécessaire qu'à partir du port de Trévoux, en aval du passage de ce nom, entre cette ville et Lyon. Déjà, depuis 1842 et à la suite de l'amélioration encore incomplète des passages situés au-dessous de la première de ces villes, l'usage des alléges avait cessé, et les paquebots partis de Châlon ou de Lyon franchissaient la double distance de 68 lieues entre ces deux villes, dans l'espace de dix-huit heures en moyenne, dont sept heures à la descente et onze heures à la remonte. En 1842, l'*Hirondelle* n° 5, avec machine de 60 chevaux et dont le tirant d'eau était de $0^m.48$ à vide et de $0^m.63$ sous la charge de 300 voyageurs, franchissait cette même distance en 16 heures environ, dont $6^h.75$ à la descente et $9^h.25$ à la remonte. Aujourd'hui enfin, et depuis 1843, le beau paquebot l'*Hirondelle* n° 6, construit par la compagnie *Galline* et portant une machine de 80 chevaux, a

fait le double trajet de Châlon à Lyon en 14 heures, dont 5h.50 à la descente à et 8h.50 la remonte, en marchant à toute vapeur et ne s'arrêtant, pour prendre les voyageurs, qu'aux ponts de Tournus, Mâcon et Trévoux ; c'était un simple essai, et la durée moyenne du parcours est ordinairement de 15 heures, en s'arrêtant à tous les petits ports intermédiaires. Ce paquebot est actuellement le meilleur marcheur de la Saône, et sa vitesse moyenne d'environ 5 lieues à l'heure, dont 6 lieues à la descente et 4 lieues à la remonte, réalise déjà, pour ainsi dire, le double trajet en un jour, de Lyon à Châlon, ainsi que nous le faisions pressentir dans un de nos rapports, à la date du 22 décembre 1839.

Progrès annoncés. — Mais là ne s'arrêtera pas le progrès de la vitesse que l'on a droit d'espérer dans la marche des bateaux à vapeur, surtout après la complète amélioration de la Grande-Saône. Déjà la compagnie Bonnardel, à Lyon, fait construire un nouveau paquebot dont la marche supérieure lui permettra, d'après une notice insérée dans les journaux, de parcourir en 13 heures le double trajet de Lyon à Châlon, ce qui correspondrait à 5l.33 par heure, et il est en outre question d'organiser un service de bateaux à vapeur de la force de 200 chevaux, pour faire ce même trajet en 10h.75, dont 4h.75 à la descente et 6 heures à la remonte, ce qui correspondrait à une vitesse moyenne de 6l.33 à l'heure, savoir : 7 lieues à l'heure pour la descente et 5l.66 pour la montée. Ce dernier service, qui serait en pleine activité l'an prochain, à la seule condition que la profondeur d'eau en étiage serait partout de 0m.80 à 1m.00, et que la plupart des ponts suspendus seraient relevés, en raison de la grande saillie à donner aux tambours des ailes (4m.50), ce service, disons-nous, serait organisé dans le but de suppléer au chemin de fer de Lyon qui, d'après la loi récemment présentée, devrait s'arrêter à Châlon.

Chemin de fer dans la vallée de la Saône. — On ne saurait douter qu'un tel service de bateaux à vapeur ne remplît le but qu'on se propose, et rien ne s'opposerait à son établissement si l'on se hâtait de relever le tablier de plusieurs ponts aujourd'hui trop bas, dans le cas où l'on trouverait un moyen sûr et commode de naviguer sur la Saône pendant la nuit, car la vitesse moyenne de 6l.33 à l'heure différerait peu de celle en usage sur les chemins de fer français, et le trajet de Paris à Lyon pourrait se faire alors en 15 heures; mais la difficulté est de pouvoir immédiatement embarquer à Châlon les voyageurs arrivés par le convoi de Paris, et de les transporter par eau, en toutes saisons, depuis le débarcadère jusqu'à Lyon. Il serait peut-être possible, au moyen d'un système de puissants réflecteurs placés à l'arrière des paquebots et alimentés au gaz, qui serait produit sur le bateau lui-même, de résoudre ce problème important : l'un des réflecteurs, placés au centre et au-dessus du pilote ou patron, éclairerait au loin la partie centrale du lit de la rivière; les deux autres fixés latéralement et avec une inclinaison convenable, éclaireraient chacune des rives, et feraient découvrir au patron les balises particulières ou signaux qui y seraient posés aux abords des passages étroits ou difficiles. Ce mode de navigation nocturne, si l'on parvenait à le réaliser sans danger, pourrait effectivement suppléer à la continuation du chemin de fer dans la vallée de la Saône, entre Châlon et Lyon, du moins pendant quelques années.

Nous devons ajouter toutefois que ce moyen de transport serait encore précaire, en raison des interruptions inévitables dues aux glaces, aux grandes crues et aux brouillards. Il résulte, en effet, du relevé que nous venons de faire sur le registre tenu dans notre bureau, que, durant les huit dernières années, le nombre total des interruptions a été de 280 jours, ou en moyenne de 35 jours par année; savoir : par l'effet des glaces, 112 jours et 14 jours par

année; par les crues, 160 jours en tout et 20 jours par année; par les brouillards, 8 jours en tout et un jour par année. Il est vrai que les années anormales de 1840 et 1841 ont produit, à elles seules, une durée de crues de 105 jours et que les hivers de 1838 et de 1841 ont donné lieu à une interruption de 66 jours par les glaces; mais même en écartant ces années insolites, on trouve que la durée moyenne des interruptions a été de 24 jours. Certes, il faut l'avouer, d'après ces faits de l'expérience, on ne pourrait considérer comme régulier un service qui serait soumis à de telles interruptions et qui forcerait les voyageurs arrivés de Paris à emprunter, à des prix fous, de mauvaises pataches qui les secoueraient pendant toute une journée, durant le trajet de 30 lieues compris entre Châlon et Lyon. Et puisque la question offre tout l'intérêt de l'actualité la plus pressante, nous dirons que, dans cet état de choses et en admettant la possibilité d'une bonne navigation de nuit, on ne peut sérieusement songer à s'arrêter à Châlon, et que le chemin de fer doit être prolongé dans la vallée de la Saône, peu de temps après son achèvement jusqu'à cette ville et assitôt après que les ressources du trésor le permettront.

RÉSUMÉ.

D'après le régime de la Saône, que nous avons eu le soin de faire connaître au début de cette notice, on a pu juger que deux systèmes différents devaient nécessairement être adoptés pour l'amélioration de cette rivière: 1° sur la Petite-Saône, entre Gray et l'embouchure du Doubs à Verdun, où le volume ne dépasse pas 22 mètres cubes par seconde, le système de *canalisation* ordinaire, au moyen de barrages mobiles et de dérivations avec écluses, dans les coudes très-prononcés de son lit, de manière à obtenir sur les hauts-fonds les plus saillants, un tirant d'eau de $1^{m}.50$; 2° sur la Grande-Saône, entre Verdun et Lyon,

où le volume a plus que doublé, le système de *rétrécissements partiels* au moyen de lignes en clayonnages, avec *chenal d'étiage* ouvert par les dragues, de manière à y obtenir, aux plus basses eaux, un tirant d'eau minimum de 1^{m}.20, qui correspond à 1^{m}.50 en étiage ordinaire.

Nous rappellerons que le système si ingénieux de M. l'inspecteur divisionnaire Poirée, pour la mobilisation des barrages, au moyen de fermettes en fer, espacées à un mètre d'axe en axe, a produit sur la Petite-Saône tous les effets qu'on s'était proposés; mais que nous avons borné leur emploi à faire disparaître toute action des barrages, à l'approche des crues, et à préserver ainsi les riches récoltes produites par les vastes prairies qui bordent toute l'étendue du littoral. On a vu, qu'en effet, la navigation s'opère exclusivement dans les dérivations, pendant toute la durée des sécheresses et jusqu'à l'arrivée des crues de 3 mètres, tandis qu'au-dessus de ce niveau, les bateaux de montée passent dans un pertuis de 12^{m}.50 de largeur, pratiqué le long du chemin de trait, à l'une des extrémités du barrage, et les bateaux de descente peuvent suivre l'ancien cours de la Saône et franchir le barrage en un point quelconque de sa longueur, alors que toute trace en a disparu. On a vu, de plus, que son seuil avait été tenu à 0^{m}.25 en contre-haut de l'étiage et que le bord en aval de la chambre des fermettes avait été évidé, afin de le pouvoir réparer sans batardeau ni épuisement, en cas d'avaries, et pour prévenir l'ensablement des fermettes couchées sur ce seuil, ainsi que des châssis ou tabliers en tôle servant à former le pont de service et inhérents aux fermettes.

Nous rappellerons que les diverses dérivations devant servir de gare ou d'abri aux bateaux surpris par la tempête, leur largeur en cunette est de 19^{m}.12 et celle au niveau des banquettes de halage, de 33^{m}.12, sur un tirant d'eau de 1^{m}.83; qu'elles sont bordées de deux levées insub-

mersibles, défendues vers l'amont par une écluse de garde de 8 mètres de largeur, avec vantaux en fonte et bordages en bois, et que l'écluse d'embouchure, contenant un renfoncement de 6^{m}.50, peut contenir à la fois deux des plus grands bateaux de Saône et trois bateaux du canal du Centre. On a vu que le pertuis de navigation, dont le busc a été tenu à un mètre en contre-bas de l'étiage, se fermait aisément par un seul homme, malgré l'énorme poids de ses portes busquées et à claire-voie, dont chacun des vantaux pesant 11 000 kilogrammes n'a pas moins de 7 mètres de largeur sur 5 mètres de hauteur, et que la vitesse maximum observée à ce pertuis, alors que le seuil du barrage était affleuré par les eaux d'amont, n'a été que de 1^{m}.40 par seconde. Par l'expérience faite au barrage de Saint-Jean-de-Losne, on a pu voir que le remous produit par le relèvement des fermettes et la juxtaposition des aiguilles a dépassé toutes les prévisions, que son amplitude se rapproche plus de la formule de Dubuat que de celle de Funck, et que désormais une communication permanente est établie entre la Saône et chacun des canaux de Bourgogne et du Rhône au Rhin, communication interrompue jusqu'alors pendant toute la durée des sécheresses; qu'enfin, au moyen des cinq barrages construits entre le dernier de ces canaux et la Grande-Saône, à Verdun-sur-Doubs, tous les hauts-fonds seront recouverts d'une hauteur d'eau de 1^{m}.50, et que la navigation, jadis si difficile dans la Petite-Saône, y est à jamais assurée en toute saison.

En ce qui concerne la Grande-Saône, nous avons montré, qu'en raison de l'immense essor de la navigation à vapeur, tout système de barrages était inadmisible et qu'il fallait recourir ici à la création d'un chenal à eaux courantes, toujours libre et sans nulle espèce de temps d'arrêt. Nous avons fait voir les dommages incalculables qu'eussent éprouvés le commerce et l'industrie, par suite de l'éta-

blissement de barrages éclusés, indépendamment des dépenses énormes que leur construction eût entraînées, et dans la note (3) au bas du texte, nous avons cherché, par des calculs très-modérés, à donner une idée du temps perdu par la masse quotidienne des voyageurs, pour le passage des huit écluses servant à racheter la pente de 12 mètres entre Châlon et Lyon, sur 34 lieues de longueur. Nous avons donc été conduit, après la construction d'un barrage partiel d'essai au passage de Mâcon, barrage accompagné d'une large passe navigable, qui a résolu le difficile problème posé par l'administration, mais qui a inspiré des répugnances et des craintes aux hommes de rivière, à appliquer sur la Grande-Saône le système des *rétrécissements partiels* qui nous avait si bien réussi sur la Midouze, de 1830 à 1835, en le modifiant toutefois suivant le régime particulier de la Saône.

Nous avons fait voir que ce système ainsi modifié consistait à créer un lit mineur dans tous les passages difficiles, au moyen de digues longitudinales et transversales formées par un rang de piquets clayonnés et défendues par des enrochements; à y rétrécir tout le volume des eaux jusqu'à $0^{m}.60$ à $0^{m}.75$ au-dessus de l'étiage, en barrant tous les faux bras par des digues en pierres sèches de même hauteur; à pratiquer dans ce lit mineur un *chenal régulier d'étiage*, au moyen de dragages, afin d'y concentrer tout le volume des basses eaux sur une largeur qui permette à deux paquebots de s'y croiser aisément; à prévenir enfin, par des perrés de défense, la destruction de la berge du halage, qui en est toujours voisine, et, par suite, les atterrissements de ce chenal. Nous avons ajouté que le tracé des lignes longitudinales de clayonnages était fait de telle sorte, qu'il présentât un évasement en forme d'entonnoir vers l'amont, afin que la régularisation du nouveau régime pût s'opérer insensiblement dans la traversée du haut-fond et sans l'espèce de cataracte ou *rapide*

qui eût résulté du brusque passage de la section normale à la section rétrécie, et que les dragages opérés à une plus grande profondeur, vers l'origine des seuils ou barres naturelles, tendraient à diminuer la pente de fond et, par suite, la vitesse à la surface, de façon que les nouvelles vitesses dans le chenal d'étiage fussent tout au plus égales aux vitesses primitives observées avant le rétrécissement du lit. Nous avons fait voir que ce but avait été atteint au passage de Saint-Romain, malgré les profondeurs anormales qu'on avait été forcé de donner au chenal, en raison des difficultés du dragage, et nous ajouterons que les mêmes effets se sont produits au passage de Trévoux, où la vitesse de $1^m.94$ par seconde est aujourd'hui réduite à $1^m.80$, et au passage de Collonges, près de l'île Barbe et de Lyon, où la vitesse primitive de $2^m.56$ n'est plus que de $1^m.85$.

Afin de mieux fixer les idées, nous avons donné la description et les dessins du passage de Saint-Romain, et la description des passages de la Pradelle et des Trois-Pierres : le premier avec lignes de clayonnages et digue de fermeture d'un faux bras servant à la navigation pendant l'été, les deux autres contigus, pour ainsi dire, avec simples clayonnages longitudinaux et transversaux. La Pl. 77, relative au passage de Saint-Romain, contient les sondes faites en 1843, en travers du chenal d'étiage et du lit mineur, ainsi que les profils en long exprimant le fond primitif de la rivière dans ce passage, et la position des seuils ou barres naturelles, de même que les profondeurs acquises par les dragages. Nous avons, en outre, fourni la description et les dessins du passage de Mâcon, presque immédiatement entrepris dès notre arrivée sur la Saône, et nous avons eu soin de faire observer que le luxe de précaution dictées par notre inexpérience de son régime, dans la construction du barrage partiel, avait été jugé inutile pour l'établissement ultérieur des barrages

destinés à fermer les faux bras, dont l'un néanmoins, celui d'Island, au passage des îles Roy, contenait les 3/4 au moins du volume total.

On a pu juger d'après les descriptions qui viennent d'être rappelées et d'après l'état comparatif de la navigation en 1835 et à l'époque actuelle, des heureux effets produits sur la Grande-Saône par l'application du système des *rétrécissements partiels*, avec chenal d'étiage; nous ne craignons pas d'avancer que les adversaires les plus prononcés d'un mode d'amélioration si simple et si peu coûteux, seront forcés de se rendre à l'évidence des faits que nous avons signalés et qui sont constatés par le progrès chaque jour croissant de la navigation ordinaire et de la navigation à vapeur. Nous ajouterons même que les partisans exclusifs des barrages eussent ici complétement échoué, en ce sens qu'ils auraient produit une véritable calamité publique, en arrêtant et paralysant l'immense essor de ce dernier genre de navigation, qui, grâces au système adopté, est sur le point d'atteindre à des vitesses pouvant rivaliser, en quelque sorte, sur la Basse-Saône, avec celle en usage sur les chemins de fer français.

Nous ne terminerons pas cette notice, sans rendre le plus éclatant témoignage au zèle, au dévouement et aux talents distingués de nos collaborateurs, M. Moreau, actuellement ingénieur en chef du service de la Saône supérieure, et MM. Duverger et Tavernier, ingénieurs ordinaires attachés encore au service qui nous a été confié.

Mâcon, le 25 avril 1844.

N° 120.

EXPOSÉ

Des faits et des principes sur lesquels repose la solution des principales questions que soulèvent les chemins de fer et les autres voies de communication ;

Par M. BERTHAULT-DUCREUX, Ingénieur en chef des ponts et chaussées.

« Je veux que toutes les opinions se fassent jour
» c'est de leur choc que naît la lumière. »
Un Directeur général de l'administration des ponts et chaussées.

AVANT-PROPOS.

(1) Nous avons fait paraître il y a près de six ans un écrit (1) où ce sujet est longuement traité. Mais de nos jours six ans peuvent suffire, surtout quand il s'agit de matières plus ou moins neuves, pour vieillir ou modifier fortement bien des faits et plus d'un principe ; mais d'ailleurs l'opinion publique peut avoir intérêt à de nouvelles discussions, ou à un rappel de ceux de ces faits et principes qu'il est le plus essentiel de ne pas perdre de vue.

Dans la circonstance présente, nous aurions peu de chose à changer à notre travail de 1839, et c'est à peu près uniquement ce dernier motif qui nous porte à reprendre la plume. Les débats de la dernière session législative, ceux plus ou moins récents de la presse, ceux qui

---

(1) *Comparaison des routes, des voies maritime et fluviale, des canaux et des chemins de fer.*

vont s'ouvrir encore, nous semblent convier les personnes qui ont fait une longue étude du sujet, à exposer les résultats de cette étude. Quelque dissidence qui puisse exister entre elles, un langage non moins bienveillant que consciencieux, entièrement pur de personnalités, aussi dégagé de préoccupations anciennes et d'opinions antérieurement émises que si jamais elles n'en eussent parlé, ne saurait que leur concilier de bons sentiments.

(2) Plus on approfondit un ordre de recherches, et plus le nombre des faces sous lesquelles il se présente s'accroît et s'étend. Mais c'est surtout quand cet ordre intéresse à un haut degré la société tout entière qu'il en est ainsi. Ces faces se montrent alors sous des aspects encore plus variés et plus dignes d'attention en raison des emprunts forcés qu'elles font à la multiplicité des usages, des besoins et des goûts de cette société, dont nécessairement elles reflètent plus ou moins souvent, plus ou moins complétement, des traits prononcés. Quelle nation, pour peu que sa physionomie soit plus ou moins tranchée, que son climat et son sol présentent avec ceux des autres des différences marquées, n'imprime un cachet analogue à ses œuvres, à celles en particulier qui sont appelées à attirer fréquemment son attention, à jouer un rôle important dans sa destinée? Une des gloires de la France a dit : *le style, c'est l'homme;* ne peut-on dire avec autant de justesse : *les œuvres, c'est la nation*?

Ces réflexions nous paraissent s'appliquer d'autant mieux aux voies de communication, que sans ces instruments la société serait encore à l'état barbare, et que, même à cet état, ils lui sont nécessaires, puisqu'il lui faut des sentiers, c'est-à-dire des rudiments de routes. On est donc en droit de présumer qu'ils doivent, d'une part offrir de plus en plus à l'examen des points nombreux, variés et intéressants, de l'autre se ressentir for-

tement du climat, du sol et des circonstances diverses tant présentes que passées qui ont fait de chaque pays, de chaque peuple ce qu'il est.

(3) Trois espèces de voies, qui ont chacune plusieurs variétés, sont en usage chez les principales nations arrivées à la civilisation moderne. Sont-elles toutes, y compris ces variétés, plus ou moins nécessaires ? Ont-elles des caractères qui les distinguent, des propriétés *sui generis* qui fassent que telle espèce, telle variété doive être préférée par tel peuple, dans telle contrée, même dans telle localité, pour telle nature de transports, etc... ? L'analogie conduit, indépendamment de tout examen direct, à le faire supposer. Et, en effet, que l'on mette le pied dans un atelier de travail quelconque, surtout d'un métier ou d'un art perfectionné, on y trouve un certain nombre d'outils, d'ustensiles, d'instruments, qui tous ont leur destination, leur appropriation spéciales, bien que plusieurs soient presqu'en tous points pareils. Ne se distinguent-ils que par de simples nuances ? Ils répondent à de simples nuances d'ouvrage ; offrent-ils des différences plus ou moins fortes ? Ils en dénotent de semblables dans celui-ci. A quoi, sans cela, serviraient ces nuances et ces différences, sinon à augmenter en pure perte le mobilier ? Ce n'est pas que dans le plus grand nombre de cas plusieurs ne puissent, au besoin, remplacer passablement celui qui est préféré et préférable ; mais c'est que, pour le but qui l'a fait imaginer, il réunit plus d'avantages qu'aucun des autres, de même que chacun de ces autres l'emporte quand le but à atteindre est de ceux qui lui ont donné naissance.

Il y a dans ce fait, que des instruments plus ou moins dissemblables correspondent à des buts plus ou moins dissemblables, et dans sa réciproque antécédente que des buts plus ou moins différents appellent des instruments plus ou moins différents, une généralité, une presque

universalité telle que partout où l'un s'offre à la vue, l'on peut affirmer à priori, et presqu'à coup sûr, que l'autre en est la conséquence. Rappelons pourtant que, comme l'analogie, quelque parfaite qu'elle puisse paraître, n'est qu'une présomption plus ou moins fondée, il est essentiel de procéder, quand on le peut, à des vérifications directes.

(4) Si, après avoir envisagé ces voies sous le rapport de leurs caractères, on les considère sous celui des pays où elles existent, des nations qui en font usage, on voit s'introduire dans le sujet de nouveaux éléments, qui sont susceptibles également d'influer plus ou moins, souvent même à un haut degré, sur la solution des questions qu'il fait naître.

L'espèce qui prédomine de beaucoup en Hollande, est celle consacrée à la navigation, et il n'en pouvait être autrement puisque le sol y est une conquête sur l'Océan. Il était naturel aussi que les canaux y eussent une grande profondeur, puisqu'ils devaient mettre la contrée en relations habituelles avec cet Océan.

Si la Chine également ne fait, ou peu s'en faut, un grand usage que de cette espèce de voie, c'est parce que les eaux y étant très-abondantes, conduisaient tout naturellement à ce résultat. Il n'est même pas très-surprenant que les routes y soient peu employées, et ne servent presque qu'aux chaises à porteur, aux palanquins, aux piétons; bien mieux, que celles en empierrement n'y soient pas connues, puisque cette nation ne possède que des races de chevaux très-petites, et presque uniquement propres à la selle.

Aux États-Unis l'existence d'un grand nombre de lacs et de fleuves immenses explique tout aussi aisément pourquoi la navigation y a reçu un développement aussi rapide que remarquable, pourquoi le bateau à vapeur y a si vite pris possession du pays.

C'est également par suite de l'abondance des eaux, à peu d'exceptions près, que, dans la Grande-Bretagne, l'Angleterre proprement dite et le pays de Galles se sont couverts de canaux.

Gênes, Venise et quelques autres contrées se prêtent à des remarques semblables.

S'agit-il des chemins de fer? On voit que c'est le pays dont les villes, les populations sont le plus disséminées, et qui sous ce rapport a le plus besoin de communications rapides, le pays où l'on a le goût le plus prononcé pour la locomotion, à tel point que chacun y fait plus volontiers cent lieues, qu'en France chacun dix, le pays où l'aisance générale est la plus grande, que c'est, disons-nous, ce pays, où ces chemins ont été tout d'abord exécutés sur une grande échelle, et offrent aujourd'hui le plus d'étendue.

Après les États-Unis vient la Grande-Bretagne où la propension aux voyages n'est guère moindre, où le fer est à très-bas prix, où l'encombrement de la circulation sur beaucoup de canaux et de rivières invitait, excitait à l'emploi de nouveaux moyens de transports, où la classe riche a des fortunes énormes. Et toutefois ne manquons pas de remarquer qu'il n'y a encore que la partie de ce royaume que nous avons désignée, l'Angleterre et le pays de Galles, qui en possède beaucoup; que l'Écosse et l'Irlande en sont presque privées, ce dont la cause n'est pas moins facile à trouver.

La Suisse, malgré son aisance, sa richesse même, et sa civilisation, n'a presque ni voies navigables, ni chemins de fer; elle en a moins encore que l'Écosse et l'Irlande. Mais la Suisse n'est pas côtoyée, bien moins encore environnée par la mer; mais elle est par trop montueuse et accidentée : elle se prête donc peu à leur établissement.

Quant aux voies de terre, il est des contrées, en bien

petit nombre il est vrai, qui en sont privées, et d'autres qui, comme la France, en sont sillonnées presqu'en tout sens. Mais en ces circonstances encore c'est aussi à des causes inhérentes au sol et aux populations qui l'habitent, qu'il faut en grande partie l'attribuer.

Ce que nous venons de dire de différents royaumes, s'applique, on le conçoit, à leurs propres parties. On ne tardera pas d'ailleurs à en comprendre et à en apprécier encore mieux les motifs.

(5) Déjà donc on voit que l'abondance ou la pénurie des eaux, le voisinage ou l'éloignement des mers, la disposition horizontale ou montueuse du sol, le bon marché ou la cherté de certains matériaux, l'éparpillement ou la concentration des villes, des populations, leur aisance, leur richesse ou leur pauvreté, leurs goûts, leurs besoins, etc., etc.... doivent exercer une grande influence sur la préférence à accorder, dans des circonstances données, à telle ou à telle espèce de voie.

Ces aperçus suffisent pour donner une idée de l'intérêt qui s'attache à la classification, à l'ordonnancement, à l'appréciation, à la mise en présence des divers éléments que comporte la matière, des principaux au moins. C'est cette tâche que nous allons essayer de remplir, du moins en ce qu'elle nous semble avoir pour le moment de plus essentiel, de plus utile. Nous diviserons notre travail en trois chapitres. Le premier sera affecté à l'étude de chaque espèce de voie, abstraction faite, autant que possible, des considérations relatives à la distinction des objets qu'elle tend à préférer, du but que l'on se propose en la construisant, de la situation des pays traversés, du caractère de leurs habitants, c'est-à-dire à l'exposé de ses traits les plus saillants, des propriétés inhérentes à sa nature; le second concernera cette distinction, ce but, cette situation, ce caractère; le troisième enfin aura pour tâche de résumer, de resserrer dans un cadre étroit la substance

de ce mémoire, d'en dégager les principes les plus importants pour le moment (2), et d'en faire l'application à quelques opinions émises par un publiciste distingué.

CHAPITRE PREMIER.

EXPOSÉ DES TRAITS LES PLUS SAILLANTS DES VOIES DE COMMUNICATION.

(6) Les traits les plus saillants des voies de communication, ceux qui font de chacune d'elles ce qu'elle est, leurs propriétés ou attributs, consistent principalement : 1° dans leur rôle, c'est-à-dire dans l'ensemble des services qu'elles rendent ou sont appelées à rendre, dans l'ensemble de leurs avantages et de leurs inconvénients; 2° dans la classe et le nombre des agents nécessaires à leur exploitation; 3° dans l'espèce de véhicule qu'elles emploient; 4° dans celle du moteur qui y est propre; 5° dans les frais d'établissement qu'elles exigent; 6° dans ceux de leur entretien; 7° dans ceux de la locomotion; 8° dans la sûreté, la commodité, les agréments, la ponctualité des transports; 9° dans la rapidité avec laquelle ces transports y ont lieu; 10° dans le choix général de l'emplacement qu'on leur donne, dans leurs formes, leurs dimensions, leurs travaux d'art, leurs lieux de chargement et de déchargement, la manière dont elles affectent les localités qu'elles traversent.

Nous allons examiner chacun de ces traits; et pour le faire avec ordre et clarté, nous subdiviserons ce que nous avons à en dire en autant de sections qu'il y a d'espèces de voies principales, c'est-à-dire en trois.

---

(2) Les personnes qui voudraient des développements plus étendus pourront consulter notre brochure de février 1839.

PREMIÈRE SECTION. — Traits les plus saillants des routes.

(7) 1° *Rôle ou ensemble des services qu'elles rendent ou sont appelées à rendre ; avantages et inconvénients qu'elles ont.* — Les routes sont employées à tous les transports imaginables ; en tous lieux, en tout temps, à toute heure, la nuit comme le jour, en montagne comme en plaine, elles servent à tout le monde, aux voitures de toute espèce, aux cavaliers, aux piétons, au bétail, aux relations incessantes des hameaux et des villes de chaque localité, comme à celles plus ou moins actives qu'ont entre elles les grandes villes éloignées. Elles sont sans cesse fréquentées par toutes les classes de la population, par toutes les espèces de marchandises, par tout ce qu'il y a de plus pauvre comme par tout ce qu'il y a de plus riche, par tout ce qui a vie comme par tout ce qui est utile à ce qui a vie ; elles desservent toutes les industries, toutes les positions, tous les plaisirs, toutes les peines; nulle part on ne voit plus de liberté et à moins de danger. Et elles rendent ces services sans que l'on soit forcé d'avoir là, à point nommé, comme l'exigent en général les autres voies, un entrepreneur de transport. Elles sont de véritables rues, et souvent des rues beaucoup plus fréquentées que celles d'une foule de hameaux et de villes, que beaucoup même des plus grandes cités ; elles donnent le moyen d'utiliser à tout instant, et au gré seul de chacun, une immense quantité d'animaux et d'instruments, les bêtes de trait et les voitures des cultivateurs, indispensables à la satisfaction des premiers besoins de chaque nation, et qui, sans elles, contraints à des chômages, déjà trop multipliés, seraient souvent condamnés à une inaction des plus préjudiciables à l'intérêt général. Aussi, grâce à cette circonstance, un grand nombre des transports qui y sont exécutés sont-ils peut-être en définitive ceux qui coûtent le moins à la société.

Nous avons fait voir de plus, dans l'écrit que nous avons rappelé, que les routes créent à la classe ouvrière beaucoup plus d'occupation que les autres voies, et favorisent davantage l'accroissement de la population.

L'universalité des services qu'elles rendent, la commodité et la simplicité de leur usage sont telles que, dans tout pays où l'on en connaît la valeur, on ne se figure pas plus un état agricole sans un grand nombre de ces voies, qu'on ne se figure une maison sans portes ni fenêtres, et presque l'existence des animaux sans eau ni air.

Ce sont là sans doute des avantages inappréciables; mais, comme tout ici-bas, ces voies ont aussi des inconvénients. Pendant environ un tiers de l'année elles sont plus ou moins difficiles à entretenir bonnes, sont souvent boueuses ou poudreuses, ne permettent la vitesse qu'à des prix exorbitants, et ne sauraient d'ailleurs, sans les plus graves dangers pour les allants et les venants, en tolérer une de plus de 4 à 5 lieues à l'heure. A ce degré même elle y serait très-redoutable si elle y était commune, usuelle.

(8) 2° *Classe et nombre des agents qui y exécutent les transports, ou concourent à cette tâche.* — Depuis le simple et le plus pauvre ânier, jusqu'au plus riche commissionnaire, jusqu'à la maison de messagerie la plus puissante, toute la population d'un état y peut prétendre à contribuer aux transports, et par le fait y contribue en très-grande partie chez la plupart des nations. On peut s'en faire une idée pour la France, par la seule inspection du tableau n° 1 qui termine cet écrit, tableau rédigé par M. Dutens sur les documents publiés par MM. Peuchet, Montalivet, Chaptal et Dupin. Il résulte, en effet, de la nature et de la quantité des matières qui y sont indiquées, que la masse des produits fournis tant par le sol que par l'industrie de cette nation est mise en circulation sur ces voies par une portion considérable

de cette population, par celle des campagnes surtout, et qu'elle utilise une partie importante de son temps. Nous aurons à revenir sur ce sujet dans le second chapitre.

(9) 3° *Espèce de véhicule employé.* — C'est avec des chars, des chariots et des voitures de voyageurs de diverses sortes, que s'y effectuent les transports. Les premiers comme les seconds y sont d'espèces très-variées, et peuvent être mus par des forces d'énergie fort diverse. Un enfant, un chien même, peut y traîner les plus petits, les plus légers; un certain nombre de chevaux sont attelés aux plus grands, aux plus lourds. Le cultivateur le plus pauvre a au moins un de ces véhicules. Ce sont des instruments d'une abondance, d'une généralité d'usage, dont on ne peut se faire une idée que quand on a observé ce qui se passe sur les routes et que l'on a habité les campagnes. C'est par leur aide que se fait dans les champs tout ce qui tient aux transports; ce sont de véritables passe-partout.

Le chariot est préféré par les uns, et tel chariot par celui-ci, tel autre par celui-là; la charrette l'est par les autres, et telle charrette par celui-ci, telle autre par celui-là. Il existe à ce sujet une diversité très-grande, et fort aisée à expliquer.

(10) 4° *Espèce de moteur.* — C'est au moyen de chevaux, de bœufs, de mulets et d'ânes que ces véhicules sont mis en mouvement; et l'utilité de la plupart de ces animaux serait prodigieusement réduite si les routes n'existaient pas. Or, évidemment ce n'est pas sans de bonnes raisons qu'ils ont été donnés à l'homme. Aussi, ne fût-ce que par ce motif, il semble infiniment probable que jamais ni le labourage ni l'immense majorité des transports ne sauraient, comme l'ont pensé quelques personnes, leur être enlevés par la machine à vapeur, ou d'autres moteurs analogues. D'ailleurs puisque les bœufs et les vaches, pour la viande et

le laitage qu'ils fournissent, pour leur peau, leur poil, leurs muscles, leurs os; puisque les autres animaux, pour certaines parties de leur dépouille, sont éminemment utiles à la société, ne serait-il pas déraisonnable de se priver de la force dont ils sont doués, et, par suite, de l'instrument, les routes, qui donne le moyen d'en tirer parti?

(11) 5° *Prix de construction.* — Le prix de construction des routes est très-variable et dépend surtout des accidents de terrains, de la cherté du sol, de celle des pierres nécessaires à l'établissement de leur chaussée, des travaux d'art qui y sont nécessaires, enfin des dimensions qu'on leur donne. En France on peut l'estimer généralement de dix à vingt mille francs par kilomètre, pour celles que l'on désigne plus spécialement sous le nom de grandes routes, de deux à huit mille pour celles appelées vicinales.

(12) 6° *Prix d'entretien.* — Ce prix est beaucoup plus variable encore, et cela par suite surtout de ce qu'il dépend au plus haut point, du chiffre de fréquentation et du degré de fatigue. Aussi, peut-il n'être pour certaines routes, que de quelques dizaines de francs par kilomètre et par an, tandis que pour d'autres il peut atteindre dix mille, vingt mille francs et au delà; en sorte qu'il peut être cent fois, mille fois plus fort dans un endroit que dans un autre.

Le coût des matériaux et leur bonté, le degré de perfectionnement avec lequel on procède, le plus ou le moins d'exigence du public, et quelques autres circonstances encore, influent aussi plus ou moins fortement sur son taux.

Toutefois, pour en donner une idée approximative nous dirons qu'en France, on peut, dans l'état actuel des choses, l'évaluer en moyenne à environ cinq cents francs par kilomètre et par cent colliers. Mais nous ajouterons

que ce serait un acte de prévoyance et de bonne administration que de ne pas craindre de le porter à six et même à sept cents.

(13) 7° *Prix de locomotion.* — Par suite du degré de liberté qui règne sur les routes, une foule d'individus, d'animaux et de matières y circulent sans rien payer à qui que ce soit pour leur voyage, et presque sans frais de locomotion. La grande majorité des produits du sol est dans ce cas (3). Quant à ceux qui n'y sont pas, et sont transportés à prix d'argent, ils coûtent pour cette opération, par tonne et par kilomètre, en France, environ $0^{fr.}.20$ (4); dans les autres contrées sensiblement plus cher, en Angleterre, et aux États-Unis particulièrement, du double au triple.

Quant aux voyageurs qui ne fréquentent ces voies qu'en voitures publiques, ils payent ordinairement par kilomètre de $0^{fr.}.06$ à $0^{fr.}.15$, et parfois seulement $0^{fr.}.04$ ou $0^{fr.}.05$. Mais il ne faut pas oublier qu'un grand nombre les parcourent dans leur propre voiture, et à très-bas prix.

(14) 8° *Sûreté, commodité, agrément, ponctualité des transports.* — Sur les routes, chaque conducteur de transports, chaque véhicule n'est chargé que d'un petit nombre d'objets. Les destinataires ont peu à redouter la confusion, le pêle-mêle ; ils ont plus de chances d'y voir

(3) C'est là un fait qui, bien que patent, tout extraordinaire qu'il paraisse, est ignoré de la plupart des personnes qui écrivent sur des questions dans la solution desquelles pourtant il doit entrer pour beaucoup. Combien de fois nous est-il arrivé de payer à la campagne aussi cher qu'à la ville des denrées qui, si nous ne les eussions pas achetées, eussent été portées dans celle-ci pour y être cédées au même prix et parfois à moins. La raison en est que quand les cultivateurs ont besoin d'aller chercher quelque chose à la ville, il ne leur en coûte guère plus d'y conduire des denrées.

(4) A nos yeux, il serait difficile de contester que si les routes étaient constamment excellentes et exemptes de ponts à bascule, résultat que nous croyons facile à obtenir avec avantage, ce prix ne pût être diminué.

observées des recommandations particulières, de trouver des garanties, de n'avoir pas, en cas d'avaries ou de perte, à lutter contre des puissances. Quant à la ponctualité, grâce au degré de bonté vers lequel marchent ces voies, elle commencent à laisser d'autant moins à désirer que, par suite de la grande subdivision de l'industrie des transports, chaque colis est généralement peu exposé à languir dans un magasin.

Ajoutons que pour les matières encombrantes et à bas prix qui constituent la grande masse des transports, les routes ne laissent rien ou presque rien à désirer sous ces divers rapports.

En ce qui touche les personnes, ces qualités y sont, pour les voitures particulières, au niveau de l'aisance de chacun, pour les voitures publiques au niveau de ce que les font à chaque époque les exigences des besoins et les circonstances.

(15) 9° *Rapidité.* — On peut juger par l'inspection des deux tableaux qui terminent cet écrit, que, du moins en France, plus des neuf dixièmes des produits ne réclament généralement pas, et peut-être ne sont pas appelés à réclamer jamais la rapidité, lors même qu'elle ne serait pas plus chère que la lenteur, et que quant au dixième restant il est évident encore que ce n'est qu'en proportion assez faible qu'il en a un besoin plus ou moins habituel et pressant.

On peut donc affirmer, que dans tout pays où l'agriculture joue le rôle principal, il n'y a qu'une petite quantité de matières pour lesquelles la vitesse soit un objet important; en sorte que, sous ce point de vue, les routes suffiraient à la grande majorité des exigences.

Mais il s'en faut de beaucoup qu'en ce qui touche les personnes il en soit de même à cet égard : l'invention des chemins de fer a révélé dans la vitesse une puissance qui, bien que connue, était loin d'être appréciée au point où elle l'est aujourd'hui, et le devient de plus en plus.

(16) 10° *Formes, dimensions, travaux d'art, lieux de chargement et de déchargement, manière dont sont affectées les localités riveraines.* — Les grands mouvements de terrains et les travaux d'art étant très-coûteux, on cherche, autant que possible, dans la construction de toute espèce de voie à les éviter, ou du moins à les rendre rares. On y est d'ailleurs convié par un autre motif d'une grande valeur, celui de ne pas nuire aux localités riveraines, en apportant des entraves à leurs communications, à leur facilité d'exploitation.

Les routes se prêtant aisément à des pentes d'au moins trois à quatre centimètres pour mètre, et à des courbes du plus petit rayon, permettent généralement de remplir assez bien ces conditions. Leurs fossés et leurs talus sont d'ailleurs rarement un obstacle bien gênant, et il est à peine quelques points de leur longueur qui ne puissent, suivant l'occurrence, et presque sans frais, servir de lieu de chargement ou de déchargement. Les terres qui les bordent sont d'une culture plus commode, et deviennent de temps à autre des terrains à bâtir. En deux mots, la manière dont les localités riveraines sont affectées par le passage d'une de ces voies leur est presque toujours très-avantageuse, son utilité dépassant en général de beaucoup ses inconvénients.

DEUXIÈME SECTION. — Traits les plus saillants des voies navigables.

(17) 1° *Rôle ou ensemble des services qu'elles rendent ou sont appelées à rendre; avantages et inconvénients qu'elles ont.* — L'universalité de services, la commodité et la simplicité d'usage que nous avons reconnues aux routes n'existent plus ici. Attirails de culture et d'exploitation, cavaliers, piétons, bestiaux de toute espèce, relations incessantes entre les personnes et les choses, en un mot libre exercice des fonctions journalières de la vie

entre les campagnes et les villes, assimilation aux rues, tout cela a plus ou moins complétement disparu.

Ici, plus ou presque plus de chômage forcé, utilisé; ici nécessité de se mettre entre les mains des entrepreneurs, d'exécuter les transports par masses plus ou moins considérables, d'employer des véhicules autres que ceux exigés déjà par la grande et capitale industrie, l'agriculture. Mais aussi économie considérable, et de plus pour certaines de ces voies, celles maritimes, immensité de développement et d'étendue, qui, surtout pour les relations des peuples entre eux, leur donne une spécialité unique, et d'une haute importance (5).

Elles ont d'ailleurs, soit comme réservoir d'un des corps les plus indispensables aux usages de la vie et de l'industrie, l'eau; soit comme renfermant un aliment fort bon, le poisson; soit enfin, certaines du moins, comme forces motrices, une réunion d'utilités dont la valeur, toujours précieuse, est parfois inappréciable (6).

Sur ces voies aussi il y a beaucoup de liberté, quoique infiniment moins que sur les routes. Une foule de petits industriels, et de sociétés plus ou moins aisées, peuvent leur demander également de l'occupation, en faire leur gagne-pain.

(18) 2° *Classe et nombre des agents qui y exécutent les transports ou concourent à cette tâche.* — Les marins sur les grandes eaux, les mariniers sur les lacs, les fleuves et rivières et les canaux sont une classe tout exceptionnelle

---

(5) Si l'on parvient un jour à obtenir sur ces voies, ce qui n'a évidemment rien d'impossible, des vitesses d'une dizaine de lieues à l'heure, il suffira sans doute de quelques vingtaines d'années pour que d'immenses changements s'opèrent dans la vie des nations et des individus. Il y a soixante ans, on faisait son testament quand on allait d'une province éloignée à Paris; un voyage aux Indes ne serait pas maintenant une affaire beaucoup plus sérieuse.

(6) Que seraient sans l'arrosage nombre de contrées aujourd'hui des plus florissantes! A quel degré de richesse ne peuvent pas parvenir, par son aide, une foule de pays où il a été négligé jusqu'à ce jour.

affectée à cette mission. Viennent ensuite les courtiers, les commissionnaires et quelques autres qui, par la nature des fonctions qu'ils leur doivent, ont beaucoup d'analogie, la plupart du moins, avec ceux qu'emploient les routes, et souvent même opèrent aussi pour elles.

Chez les nations éminemment agricoles, et pourvues comme la France d'un immense réseau de routes, le nombre de ces agents est presque imperceptible en comparaison de celui qu'exigent celles-ci.

Sur les voies navigables comme sur les routes, chacun est libre de se faire entrepreneur de transport.

(19) 3° *Espèce de véhicule employé.* — C'est une espèce de véhicule d'une nature toute spéciale, les vaisseaux et bateaux de différents genres, les radeaux, qu'exigent ces voies.

(20) 4° *Espèce de moteur.* — Le vent au moyen des voiles, l'homme à l'aide des rames et des cordes, les animaux, les chevaux surtout, les courants et la machine à vapeur sont les moteurs qui y sont généralement employés partout.

Sur les mers et sur les lacs on ne se sert ordinairement que des vents et de la machine à vapeur; sur les fleuves et les rivières on leur adjoint, en forte proportion, les chevaux, rarement, les hommes; sur la grande majorité des canaux, sur ceux en particulier qui sont sinueux, qui ont leurs écluses rapprochées, on ne se sert que de chevaux et d'hommes, et en proportions très-diverses; il en est sur lesquels on emploie presque uniquement les hommes.

Des circonstances nombreuses et variées, auxquelles il serait trop long de s'arrêter, établissent donc, sur cette espèce de voie, une diversité assez grande dans les moteurs, diversité toute favorable, évidemment même très-favorable, au pays où elle se poursuit.

(21) 5° *Prix de construction.* — Les voies navigables naturelles exigent la plupart pour être rendues d'un par-

cours, d'une fréquentation facile et commode, des travaux plus ou moins considérables et coûteux. On conçoit que ces travaux peuvent, pour les unes se réduire à peu de chose, pour les autres exiger des dépenses telles qu'on ne soit même pas dans le cas, le plus souvent du moins, de songer à les entreprendre. Il serait donc difficile, sinon impossible, de donner une idée du prix de ces travaux.

Quant aux voies artificielles, les canaux, la tâche est plus aisée. Leur usage est déjà assez ancien, leur nombre surtout assez considérable, pour qu'elles puissent être l'objet de données quelque peu précises.

Un des hommes les plus éminents qui ont honoré le corps des ponts et chaussées, M. Brisson, dont le nom fait encore autorité, évaluait (pour la France) ceux à grande section, à un peu moins de 150 mille francs par kilomètre, non compris les intérêts pendant la construction. Cependant aujourd'hui on est assez généralement d'accord que ce prix est faible. En y ajoutant ces intérêts on peut, ce nous semble, le porter entre 200 et 250 mille francs, et celui des canaux à petite section à environ 130 mille au lieu de 90 présentés par cet ingénieur.

(22) 6° *Prix d'entretien.* — Le prix d'entretien des voies de navigation naturelles, envisagées seulement comme voies de transport, mais amenées préalablement à l'état normal, n'offre pas à beaucoup près autant d'incertitude que celui de leur amélioration. Toutefois nous croirions difficile, dans l'état actuel des choses, de rien préciser encore à leur sujet, d'autant mieux qu'il n'en est peut-être pas une, du moins en France, qui ait été amenée, même approximativement, à l'état normal; comment donc savoir ce qu'en coûterait l'entretien? On peut toutefois, ce semble, présumer qu'en ne les considérant, nous le répétons, que comme voies de transport, il devrait être généralement moindre que celui des canaux.

Celui-ci était, il y a peu d'années encore, évalué moyen-

nement par les ingénieurs français, de mille à quinze cents francs par kilomètre. Mais aujourd'hui que l'on tient à l'exécuter avec plus de soin, il convient de le porter plus haut. Cependant, si, comme cela doit être, on suppose l'état normal préalablement obtenu, on pensera peut-être que le chiffre deux mille est une moyenne assez près de la vérité.

(23) 7° *Prix de locomotion.* — Le prix de la locomotion sur les voies navigables varie assez généralement en France entre 1 et 2 à 3 centimes par tonne et par kilomètre; mais il faut y joindre les frais de transport au magasin, et les droits, lesquels sont très-variables.

Sur la plupart des canaux ce prix de locomotion peut n'être, si l'on veut, que d'un demi-centime, il suffit pour cela d'opérer les transports avec une grande lenteur. Ainsi, par exemple, sur le canal du Centre, deux hommes traînent par jour, les uns quatre-vingt-dix tonnes à 15 kilomètres, les autres 115 à 11, ce qui porte la dépense à moins d'un demi-centime, et, en y comprenant le loyer du bateau, à deux tiers de centime. Perronnet annonce (tome 2, page 46 de ses œuvres) que sur le canal de Loing un seul homme traîne par jour à 11 kilomètres un bateau chargé de 50 tonnes; c'est, comme on le voit, à peu près la même proportion.

Une masse considérable de marchandises peut, dans bien des localités, s'arranger de cette lenteur; mais dans d'autres, l'industrie préfère payer un peu plus cher pour l'avoir un peu moindre.

Quant aux voyageurs ils payent assez ordinairement sur ces voies de 3 à 8 centimes par kilomètre.

Les canaux, par suite de ce qu'ils ont généralement des écluses plus ou moins rapprochées, des sinuosités plus ou moins roides et fréquentes, se prêtent peu, et souvent pas du tout, au transport des personnes; aussi n'y en a-t-il pas beaucoup, du moins en France, où il y ait des services établis pour elles.

Il ne faut d'ailleurs pas perdre de vue que l'intérêt de leur capital de construction, qui est énorme, devant, ainsi que leur coût d'entretien, être réparti sur la masse des transports, le prix de revient définitif de ces transports serait très-élevé, et même beaucoup plus élevé que sur les routes, si cette masse n'était très-forte. C'est là le cas de bon nombre de ces voies.

(24) 8° *Sûreté, commodité, agrément, ponctualité des transports.* — Les accidents ont généralement des conséquences bien plus graves sur les voies navigables que sur les routes; on y est également bien moins à portée d'obtenir des secours. De plus les soins que réclament une foule de produits y laissent souvent beaucoup à désirer. On peut en voir un exemple assez remarquable dans notre brochure de février 1839, page 67. La ponctualité y est rendue fort incomplète sur un certain nombre, à savoir sur les grandes eaux par les gros temps, les calmes, les vents contraires; sur les petites, par les glaces, les sécheresses, les inondations.

La commodité, l'agrément y existe pour les voyageurs et même à un haut degré sur un certain nombre. Il y a des rivières, des lacs, des mers, où les paquebots ne laissent presque rien à désirer.

(25) 9° *Rapidité.* — On ne la trouve que sur un petit nombre de ces voies, et encore à peu d'exceptions près, pour les personnes seules et les marchandises chères. Le motif en est d'une part, qu'elle est peu utile à l'immense majorité des produits, et surtout à la plupart de ceux dits encombrants, de l'autre que comme, avec une force donnée, on ne la crée qu'en traînant une masse beaucoup moindre, elle y revient beaucoup plus cher.

(26) 10° *Formes, dimensions, travaux d'art, lieux de chargement et de déchargement, manière dont sont affectées les localités riveraines.* — Les voies navigables désunissent, isolent presque constamment les propriétés qu'elles

traversent, et convertissent souvent en terrains peu fertiles, par suite de l'excès d'humidité qu'elles y entretiennent, les sols même auparavant les plus riches. Leur largeur bien plus considérable que celle des routes, l'impossibilité de les franchir autrement que sur des ponts, les servitudes qui les accompagnent, en font des voisins beaucoup plus incommodes que ces voies. Cependant, tout compte fait, elles sont pour les pays qu'elles traversent d'une immense utilité (en voir un exemple au § 67). Les lieux de chargement et de déchargement autres que les ports ne s'y improvisent pas aussi facilement, et à si peu de frais. Cependant leur création y présente assez généralement peu de difficultés.

TROISIÈME SECTION. — Traits les plus saillants des chemins de fer.

(27) 1° *Rôle ou ensemble des services qu'ils rendent ou sont appelés à rendre ; avantages et inconvénients qu'ils ont.* — De même que les routes et les voies navigables, les chemins de fer sont susceptibles de transporter tout ce qui est transportable ; et, en fait déjà, il n'y a peut-être pas de matière qui n'apparaisse au moins sur certains d'entre eux. Mais s'y prêtent-ils pour tout aussi bien que les diverses variétés de voies navigables et surtout que les routes ? C'est ce que nous examinerons plus loin. Disons en attendant que, bien qu'ils ne fassent que de naître ils possèdent déjà, et à un haut degré, deux propriétés éminemment précieuses, et que l'on aurait pu croire inconciliables, une grande vitesse et une économie considérable dans le prix de locomotion.

Mais ici-bas tout ce qui a des avantages et de grands, a aussi des désavantages et de grands, tout ce qui a de bons côtés en a aussi de mauvais. Ces voies n'ont qu'une utilité, celle des transports, et encore seulement des transports par entreprise, par spéculation. Otez-la-leur, et elles ne font rien, moins que rien, puisqu'elles sont un obstacle par la manière barbare dont elles s'installent au milieu des

héritages. Ainsi, elles sont complétement privées de cette propriété si précieuse des routes qui en fait de véritables rues, et même pour l'agriculture quelque chose de mieux que les rues ; elles sont privées de cette autre propriété que les voies navigables partagent avec les routes, quoique à un bien moindre degré qu'elles, de se prêter à toutes les ambitions petites ou grandes qui ont envie de se faire du commerce des transports, une industrie, une profession ; de celle qu'ont ces dernières d'offrir en abondance à leurs riverains l'une des substances, l'eau, dont l'homme et ses arts, l'agriculture surtout, ont un si impérieux besoin ; de celle de leur donner un aliment précieux, le poisson ; de celle de fournir souvent une force puissante (7).

Certes ce sont là, et surtout pour une nation qui doit fonder principalement sa prospérité sur l'agriculture, des causes notables d'infériorité ; mais aussi quel élément de supériorité que celui qui doit contribuer à un haut degré à rapprocher les peuples, à les réunir, à faire presque du globe ce que la France a fait de ses provinces, enfin à éteindre à jamais les guerres ?

(28) 2° *Classe et nombre des agents qui y exécutent les transports ou concourent à cette tâche.* — Des agents, en général au-dessus de la classe ordinaire, et en petit nombre, y sont chargés de la conduite et de la direction de presque tout ce qui y tient aux transports. De même que presque tous les instruments perfectionnés, le maniement de ces chemins demande l'emploi de sujets réunissant plus de qualités ; ce qui du reste n'est que trop bien attesté par les nombreux accidents qui viennent affliger tant de familles, et par des contrariétés fréquentes qui, pour ne pas être toujours livrées à la publicité, n'en existent pas moins.

---

(7) Cette force peut être si considérable que, même dans le pays où règne la machine à vapeur, l'Angleterre, l'abondance des roues à eau est telle qu'elles y représentent le quart de la force des moteurs industriels.

Sous ce point de vue la France n'est pas si bien partagée que son émule.

(29) 3° *Espèce de véhicule employé.* — De même que pour les voies navigables, le véhicule nécessité par les chemins de fer est un instrument *ad hoc*, et qui n'est pas susceptible d'un autre usage.

(30) 4° *Espèce de moteur.* — Bien que des moteurs animés soient employés sur quelques chemins de fer, les machines à vapeur y sont préférées si généralement, et ont une telle tendance à y dominer exclusivement, que l'on peut les considérer comme seules ou presque seules chargées de la locomotion.

(31) 5° *Prix de construction.* — La fixation moyenne de ce prix dépend d'éléments compliqués, et l'usage des chemins de fer est encore trop récent pour que l'on puisse en présenter une passablement assise. Il n'y a pas bien des années que Fulton la portait à moins de 51 000 fr. par kilomètre, que Gersner l'évaluait à moins encore, que Tredgold s'arrêtait à près de 80 000 fr., et Robert Stephenson à moins de 50 000. Depuis lors, les choses ont bien changé, et aujourd'hui il est peu de personnes, parmi celles qui suivent avec attention le mouvement des faits et des idées, qui, en ayant égard aux réparations nombreuses qu'ils exigent pendant les premières années de leur établissement, ne tablent sur 3 ou 400 mille fr. (8) ; six à huit fois la prévision de Stephenson. S'arrêteront-ils là ?

(32) 6° *Prix d'entretien.* — L'ingénieur Gersner disait, à leur origine, que les frais d'entretien *comparés à ceux d'une route ordinaire peuvent être comptés pour rien.* M. Séguin adoptait le chiffre de 1 000 fr. par kilomètre; aujourd'hui on compte assez généralement sur au moins 5 000 fr.

(33) 7° *Prix de locomotion.* — Ce prix a été jusqu'à présent extrêmement variable et généralement assez élevé;

(8) Dans notre brochure déjà plusieurs fois rappelée, nous avions admis le chiffre 250 à 300 mille ; mais il y a de cela six ans.

mais des résultats récents portent à croire qu'il peut être considérablement réduit et n'atteindre par kilomètre, pour la traction et l'entretien du matériel d'exploitation que 1 à 2 centimes par voyageur et 3 centimes par tonne. Pour la locomotion seule ce prix ne serait que de 1cent..10.

La faiblesse de ces prix est pour cette espèce de voie un avantage immense, et qui la rend encore plus précieuse : mais il faut faire ici la même observation qu'à l'égard des canaux, à savoir, que l'intérêt du capital de construction qui est énorme, devant être réparti sur la masse des transports, ainsi que celui de l'entretien, le prix de revient définitif n'en serait pas moins très-élevé, et même beaucoup plus élevé que sur les autres, si cette masse n'était très-considérable.

Il n'est pas non plus inutile de remarquer que le prix de 3 centimes par tonne et par kilomètre, pour la traction et l'entretien du matériel d'exploitation, comparé à celui de deux tiers de centimes que l'on est libre d'obtenir sur les canaux pour le même objet, est encore très-élevé puisqu'il est plus que quadruple, mais il est juste d'ajouter qu'il répond à une vitesse bien plus considérable. Cependant, comme une grande masse de produits n'a pas besoin de cette vitesse, du moins dans nombre de localités, il est fort important de ne pas perdre de vue cette différence, et d'en tenir compte quand on compare le chemin de fer aux canaux ; de même que, quand il s'agit des routes, il ne faut pas oublier que la majorité des transports y a lieu aussi à très-bas prix, par suite de ce que ce sont des cultivateurs qui les font, et des circonstances qui en accompagnent l'exécution.

(34) 8° *Sûreté*, *commodité*, *agréments*, *ponctualité des transports*.—Les accidents nombreux, dont quelques-uns de funeste mémoire, qui ont eu lieu sur les chemins de fer, ont fait supposer à beaucoup de personnes que la sûreté y est infiniment moindre que sur les autres voies,

et surtout sur les routes. Mais un examen scrupuleux, basé comme de juste sur la proportion du nombre des voyageurs, semble avoir prouvé que cela n'est pas; toutefois, la gravité des dangers y est telle qu'il y a beaucoup d'esprits que cette démonstration ne saurait rassurer, du moins de longtemps.

Quant à la commodité, aux agréments, ils sont loin évidemment d'y être ce qu'ils sont sur les paquebots où l'on jouit, tout en se promenant, de l'aspect des pays traversés, et du grand air, où l'on vaque à son gré à des occupations de plusieurs genres, où l'on peut lire, écrire, où rien ne manque à la satisfaction des besoins de première nécessité, tels entre autres que la nourriture, et en hiver le chauffage.

Les voitures de terre elles-mêmes sont peut-être, sous plusieurs de ces points de vue, supérieures, soit parce que l'on peut les faire arrêter si une circonstance par trop impérieuse l'exige, soit parce qu'une partie des voyageurs y peut mieux jouir de l'aspect des pays parcourus.

S'agit-il des effets, des marchandises, il est évident que là où ils se trouvent en masses, et souvent plus ou moins en pêle-mêle, ils ne peuvent éviter de courir plus de chances, d'être plus exposés. Les personnes qui ont fait un usage fréquent des chemins de fer, savent si la pratique justifie cette observation. Quant à la ponctualité elle n'y a contre elle que ces chances, et celles du retard ou de l'oubli dans les magasins.

(35) 9° *Rapidité.* — C'est dans cette propriété surtout, répétons-le, qu'est le triomphe des chemins de fer, triomphe destiné sans doute, redisons-le aussi, à faire plus pour l'union des peuples et la conciliation des intérêts, que tout ce qui a été imaginé depuis bien des années. Et rien ne s'oppose à croire que cette propriété reçoive encore avant longtemps un nouveau et considérable développement, sans que les chances d'accidents devien-

nent plus fortes qu'aujourd'hui, et même avec de notables améliorations sous ce rapport. Quand on songe qu'il n'y a pas vingt ans (en 1825), un ingénieur anglais tout à fait spécial en cette matière, Wood, traitait, dans un ouvrage sur ces voies, *d'absurdes et de visionnaires* ceux qui prétendaient construire des machines pour une vitesse de cinq lieues à l'heure, on est bien près de croire que dans un nouvel espace de vingt années, des vitesses de vingt à trente lieues, vitesses qui n'ont encore été fournies que comme des tours de force, pourraient bien être aussi usuelles qu'à présent celles de dix à douze.

(36) 10° *Formes, dimensions, travaux d'art, lieux de chargement et de déchargement, manière dont sont affectées les localités riveraines.* — Le raccourcissement des trajets, et la vitesse, autrement dit l'économie de temps, étant surtout ce à quoi l'on vise dans l'établissement des chemins de fer, il en résulte qu'étant donnés les centres où l'on doit passer, on cherche à les relier, autant que faire se peut, par des lignes droites, et par des lignes droites aussi peu inclinées que possible. Par suite de cette condition, comme de celle des courbes à rayon plus ou moins grand, et de quelques autres, ces voies se font infiniment moins scrupule de tailler en plein drap, et de faire main basse sur tout ce qu'elles rencontrent. Aussi les souterrains n'y sont-ils pas rares, et les grands mouvements de terre encore moins; aussi partout où ils passent est-ce un sauve-qui-peut. Il leur arrive d'ailleurs, et malheureusement trop souvent, d'être pour certaines localités, certaines industries qu'elles dépouillent, un véritable fléau (9).

---

(9) Un ingénieur anglais d'une grande et vieille expérience, M. Rennie, nous disait à Londres, il y a une vingtaine de mois, à M. Dumas et à moi : «Si la France est plus sage que l'Angleterre, elle se gardera de » construire à la fois autant de chemins de fer. »

La France ne sera pas plus sage; elle prend malheureusement trop souvent son émule pour modèle jusque dans ses fautes et ses erreurs.

Il ne saurait guère exister sur ces voies de lieu de chargement et de déchargement qu'aux points de station ; la raison principale en est que pour des transports accessoires, temporaires ou de faible importance, on peut difficilement expédier, détacher waggons et locomotive. Sur tous les points d'une route, et pour les exploitations les plus faibles, pour les besoins les plus minces, on a à sa guise une petite ou une grande force, une simple voiture à âne, ou tel nombre de voitures que l'on veut, à un ou à plusieurs chevaux. Le long d'une voie navigable, des facilités analogues, quoiqu'à un degré beaucoup moindre, existent.

Un jour viendra, cela nous semble peu douteux, et l'exemple des canaux autorise à le croire, où, parmi les localités que le passage d'un chemin de fer aura froissées, il y en aura peu qui en définitive ne lui devront beaucoup ; mais nous inclinons à penser que pour bon nombre ce jour sera plus ou moins long à arriver.

CHAPITRE II.

DISTINCTION DES OBJETS QUI SONT PLUS PARTICULIÈREMENT DU RESSORT DE CHAQUE VOIE DE TRANSPORT ; INFLUENCE QUE DOIVENT EXERCER SUR L'ÉTABLISSEMENT ET LE SUCCÈS DE CES VOIES, LE BUT QUE L'ON SE PROPOSE EN LES EXÉCUTANT, LA SITUATION DE LA CONTRÉE, LE CARACTÈRE DE SES HABITANTS.

Nous diviserons ce chapitre en deux sections relatives, la première à la distinction des objets, la deuxième à l'influence énoncée dans le présent titre.

PREMIÈRE SECTION. — Distinction des objets qui sont plus particulièrement du ressort de chaque espèce de voie.

(37) Répétons encore une fois ce que nous avons déjà dit plusieurs, qu'il ne s'agit pas ici d'exclusion, puisque toute voie peut servir, le cas échéant, à transporter ce qu'une autre transporte, mais bien de préférences, préférences engendrées en partie par les caractères propres de chacune, et par suite desquelles, lorsque plusieurs

de ces instruments sont en présence, l'un a plus de chances d'attirer telle clientèle, l'autre telle autre. Commençons par la locomotion des personnes, et supposons en présence une bonne route, une rivière d'une pente douce, un chemin de fer presque horizontal et sans courbes.

En thèse générale, la route ne pourra lutter pour cette nature de transport, laissons-la donc de côté au moins pour un moment. Sur la rivière on a, comme déjà nous l'avons fait remarquer, l'avantage de pouvoir lire, écrire, se promener, manger, boire et dormir, respirer l'air pur des eaux courantes, voir commodément le pays, causer avec tous ses compagnons de voyage, sans plus de gêne, et souvent avec moins que si l'on était dans un salon, enfin de pouvoir en hiver se chauffer près d'un bon feu; mais on y a, jusqu'à présent du moins, l'inconvénient de ne faire que quatre lieues à l'heure en montant, cinq en descendant. Sur le chemin de fer on n'a aucun ou presque aucun de ces avantages; on est blotti dans une case, forcé de rester, bien ou mal avoisiné, près de qui l'on est: l'un a trop chaud et veut qu'on ouvre tous les vasistas, l'autre a trop froid et veut qu'on les ferme; celui-ci aime beaucoup les odeurs et est un magasin de parfumerie, celui-là les déteste; l'un sent la pipe de quatre pas, l'autre ne peut la souffrir : le contraste est frappant. Mais on y fait dix lieues à l'heure; et ceux pour qui le temps est tout, peuvent délaisser le paquebot. Mais tout le monde n'a pas le feu aux talons, et ceux même qui l'ont habituellement ne l'ont pas toujours; notre rivière prendra donc une bonne partie de la clientèle, Généralement d'ailleurs les prix y seront moins élevés, et souvent beaucoup moins, parce que l'on n'aura pas à y payer des intérêts énormes de construction.

On connaît le proverbe : *Des goûts ni des couleurs on ne peut disputer*. Les goûts ont, en pareille occurrence, une grande influence. Citons-en un exemple : Il nous est plusieurs fois arrivé, et à quelques personnes de notre

connaissance, en voyageant en paquebot, de demander à nos compagnons quel mode de locomotion ils préféraient, et d'en trouver constamment du quart au tiers qui n'empruntaient la voie d'eau que parce qu'il n'y avait pas sur la route contiguë de voitures aussi rapides.

Après les goûts, il y a les heures de départ, celles d'arrivée, celles des affaires.

Pour que l'économie dans l'exploitation permette de diviser les départs de chaque jour en plus de trois ou quatre convois, il faut la certitude d'une prodigieuse affluence de voyageurs, affluence qui n'existe généralement que près des cités très-populeuses. Il reste donc encore une certaine marge pour la lutte; car les heures qui conviennent aux uns, ne sont pas celles qui conviennent aux autres, et réciproquement.

Une autre considération importante a pour objet la situation des hameaux et des petites villes qui se trouvent à quelque distance de chaque voie, ou dans lesquels on ne s'arrête pas. Quelque habilement qu'ait été fait un tracé, il est impossible qu'il n'y ait pas une foule de points qui, pour une cause ou pour une autre, soient dans le cas de préférer, qui une voie, qui une autre, qui telle heure, qui telle autre.

Un mot maintenant à notre route.

Toutes les personnes, hommes de loisirs, cultivateurs, ou industriels qui possèdent des voitures, et le nombre en est immense, seront dans le cas de l'emprunter maintes fois, quand elles n'auront pas à faire pour l'aller et le retour plus de huit à dix lieues par jour. Elle aura donc elle-même son utilité pour les voyages des individus; seulement elle ne servira plus que pour de courts trajets.

Ainsi, en définitive, tous les transports plus ou moins éloignés se partageront entre la rivière et le chemin de fer; et ces deux instruments auraient pour concurrents deux ou trois autres voies, que si, ce qui serait inévitable, celles-ci présentaient pour certains objets ou dans cer-

taines circonstances, des avantages, elles entreraient en partage avec eux.

Quant aux transports rapprochés, une partie imitera ceux éloignés, et l'autre suivra la route.

(38) Passons à la locomotion des matières, et citons d'abord quelques faits à notre connaissance.

Une des routes affectées au service d'expériences qui nous est confié, celle de Lyon à Rive-de-Gier, se trouve en concurrence avec le chemin de fer créé il y a onze ans dans la localité, et depuis onze ans aussi est sous notre direction. Nous avons donc pu y suivre la marche des événements.

Cette route, qui a de longueur 33 kilomètres, est une des plus accidentées que l'on puisse voir, elle a des pentes et des rampes très-fortes et plus ou moins longues, elle est pavée sur les deux tiers de son étendue; et, bien que ses pavages soient entretenus avec beaucoup de soin, ils sont, par suite de l'espèce des matériaux, plus ou moins fatigants, et sur certains points très-cahotants. Son empierrement, qui n'a jamais eu de chaussée régulièrement construite, quoique amélioré à un haut degré, est loin également, par suite de l'insuffisance des crédits et de la nature des pierres, d'avoir le degré de bonté que les exigences actuelles du public appellent de toutes parts. En deux mots, cette voie est dans une des conditions les plus désavantageuses qui se puissent imaginer pour soutenir une lutte quelconque, même avec une autre route. Aussi les services de transports des voyageurs y ont-ils été promptement détruits. Mais, ainsi qu'on va le voir, il n'en est pas de même de ceux des marchandises.

Les dénombrements de colliers que nous y avons fait exécuter dans l'origine et depuis, nous ont prouvé que, contrairement à l'opinion du pays, le tonnage y a peu diminué, et cela par suite de ce que l'amélioration de la viabilité a permis à chaque collier d'y traîner un tiers en sus.

Mais, pour éviter toute contestation, nous n'en donnerons pas les chiffres, et nous nous bornerons à la comparaison d'un passage d'un mémoire publié en 1836 par l'administration du chemin de fer, avec un fait qui, bien qu'il ne puisse durer, n'en a pas moins existé jusqu'à ces derniers temps.

Voici le passage :

« Il est à remarquer qu'avant l'ouverture du chemin de fer, Lyon recevait annuellement en charbon de terre, savoir :

» De Saint-Étienne par voitures. . . . . 25 500 tonnes.
» De Rive-de-Gier par le canal de Givors et le Rhône. 108 000
» De Rive-de-Gier par voitures. . . . . 34 000 »

(On voit dans le même mémoire qu'en 1834 ce chemin a transporté à Lyon 146 120 tonnes de cette matière.)

Voici le fait : il consiste en ce que Lyon reçoit par la route tant de Rive-de-Gier que de Saint-Étienne et même de plus loin, de Firmini, une centaine de tonnes de houille par jour, c'est-à-dire par an 36 500.

Nous venons de dire que cela ne peut durer : mais supposons que cette communication, au lieu d'être ce qu'elle est, fût, comme tant d'autres, située en plaine, toute en empierrement, et garnie de chaussées fermes et solides ; que de plus son entretien fût exécuté avec de très-bons matériaux, etc..., en deux mots que ce fut une très-bonne route, et que les retours y fussent généralement plus ou moins assurés ; on concevra sans peine qu'il n'en serait pas de même (10). Maintenant comment expliquer ce fait ? Le voici : la houille une fois chargée dans les voi-

---

(10) Bien qu'entre Manchester et Liverpool il y eût deux voies navigables très-suivies, la route qui unit ces deux villes était encore très-fréquentée par le gros roulage, lorsque le chemin de fer est venu, non pas la déshériter complétement, il s'en faut ; mais faire à sa clientèle, une brèche considérable. Et n'oublions pas qu'en Angleterre les transports par terre coûtent généralement plus du double de ce qu'ils coûtent en France.

tures est conduite jusqu'à sa destination, sans avoir à subir la dépense et surtout le déchet d'un déchargement et d'un chargement intermédiaires, comme aussi sans avoir à craindre de séjourner au lieu de dépôt. De plus, l'acheteur est plus sûr, en traitant directement, et sans intermédiaire, avec un voiturier, qui est tout à la fois son vendeur et son commissionnaire, et n'est pas pour lui une puissance, de n'être frustré dans sa livraison ni pour la qualité ni pour la quantité, ni pour l'époque de la livraison.

Autre exemple emprunté encore au service d'expériences.

(39) La route de Lyon à Marseille suit constamment le Rhône jusqu'à Avignon; ce sont deux voies qui, entre ces deux villes, marchent à peu près constamment côte à côte. Lorsque la remonte à la vapeur fut établie sur le Rhône, il n'y avait qu'une opinion dans le pays pour affirmer que presque tous les transports qui s'exerçaient sur la route lui seraient aussitôt acquis. Il n'en a rien été cependant, et malgré les améliorations toujours croissantes de cette remonte, le tonnage de la route ne cesse pas de croître; il a doublé en douze ans. Depuis trois bientôt que nous y faisons annoter jour et nuit, sans interruption, ni exception, toutes les 8 ou 10 lieues, les voitures qui y passent, et leur tonnage, nous avons acquis la preuve que ce tonnage est en moyenne par vingt-quatre heures, entre Lyon et Marseille, d'environ six cents tonnes, véhicules compris (11).

Ce fait étant basé sur un ensemble d'opérations qui se

(11) Dans un écrit publié il y a un an par les ingénieurs du service spécial du Rhône, on voit que le tonnage moyen de ce fleuve est par jour, à la descente, de 621 tonnes, et à la remonte de 289, ou en tout de 910 tonnes.

Celui de la route, défalcation faite du poids des véhicules, serait d'environ 400, c'est-à-dire de près de moitié. Entre Lyon et Avignon il ne serait que d'à peu près 350.

contrôlent, ne saurait être contesté, et pourtant il nous arrive journellement de rencontrer des personnes se disant compétentes et bien instruites qui le nient, et soutiennent qu'il n'y a plus ou presque plus de transports sur cette route. Aussi ne saurions-nous trop engager ceux qui écrivent sur ces matières à n'adopter qu'avec circonspection les renseignements qu'on leur donne sur les routes. Une longue expérience nous a appris que des erreurs très-fortes y sont fréquentes.

Enfin prenons dans le même service un troisième exemple.

(40) Entre Châlon et Lyon deux voies sont en présence; une navigable, l'autre empierrée. La première est une des rivières les plus fréquentées qui existent au monde; elle est, grâce surtout aux améliorations récentes qui y ont été opérées et qui s'y continuent, une des communications qui réunissent le plus d'avantages. Une circonstance très-favorable à sa clientèle est que le sens de sa descente est dirigé du côté de la dernière de ces villes. Voyageurs et marchandises trouvent sur la Saône presque tout ce que l'on peut désirer. La route paraît donc devoir être complétement délaissée, d'autant mieux qu'elle a contre elle d'avoir quelques montées très-fortes et assez longues. Cependant sa fréquentation moyenne journalière est de trois à quatre cents colliers, et son tonnage moyen journalier, déduction faite du poids des véhicules, d'environ deux cents tonnes, c'est-à-dire par an de plus de soixante-dix mille. (Ce sont les chiffres des dénombrements de 1843.) (12).

Et cette circulation n'est même point uniquement locale puisqu'il y a au moins un dixième de ces transports qui fait le trajet entier, ou presque entier (130 kilomètres) compris entre les deux villes.

---

(12) C'était, il n'y a pas bien des années encore, le tonnage du canal de Languedoc.

(41) Nous croyons que dans les questions dont les voies de transport sont l'objet, on néglige généralement beaucoup trop, pour les considérations d'économie et de vitesse, une réunion d'autres considérations dont l'ensemble suffit souvent pour l'emporter; que surtout, quand on emprunte des exemples aux autres nations, on ne se souvient pas assez qu'en France le coût du transport des marchandises sur les routes est d'environ moitié, et parfois moins de ce qu'il est chez elles; en sorte que l'influence même de l'élément d'économie sur la solution de ces questions, y doit nécessairement conduire plus ou moins souvent à des conséquences toutes différentes.

Qu'on ne suppose pas toutefois que nous cherchions à prouver que les routes peuvent être de redoutables concurrences pour les chemins de fer et pour les voies navigables, surtout lorsqu'ils sont établis dans de bonnes conditions; telle n'est pas notre pensée. Cette pensée est que, si le long d'une route plus ou moins fatiguée on construit une voie navigable ou une voie de fer, celle-ci lui enlèvera le plus souvent une partie considérable de sa clientèle, mais ne la lui enlèvera pas toute à beaucoup près; et qu'en fait de marchandises, ce qui n'a à faire que de courts trajets n'excédant pas une quinzaine ou une vingtaine de kilomètres lui restera, au moins en grande partie, ainsi que quelques transports plus ou moins longs. Ajoutons que deux voies de terre fussent-elles contiguës et en tout pareilles, avec cette seule différence que l'une serait pavée, et l'autre empierrée, cette seule distinction suffirait pour faire, suivant le temps et la nature des produits, préférer tantôt l'une, tantôt l'autre; qu'ainsi par exemple, bien que celle empierrée dût être presque constamment préférée, cependant, en hiver et surtout par les gels et dégels, en été par certaines pluies, celle pavée serait adoptée par la majeure partie des allants et venants, même par des piétons

et des cavaliers, même pour les liquides, et les choses fragiles, qui redoutent plus ou moins les pavages.

(42) Passons maintenant en revue les diverses masses de produits fournies par un grand royaume, et examinons quelles tendances elles ont à préférer une espèce de voie plutôt qu'une autre; tout naturellement nous choisirons la France.

Les deux tableaux qui terminent ce mémoire donnent la nomenclature de ces masses et font connaître, dans la quatrième colonne le poids de celles en circulation, dans la cinquième, la proportion qui emprunte les voies navigables. Prenons donc la quatrième, et suivons l'ordre des masses les plus abondantes.

Celle qui l'est le plus, portée sous le n° 11, est le bois de chauffage.

Nous dirons qu'en thèse générale, et, à moins que nous n'en avertissions, c'est toujours ainsi que nous nous exprimons, la grande majorité de cette matière ne doit emprunter que les routes, et que presque tout ce qui ne les emprunte pas est appelé à circuler par flottage ou par bateaux. Pourquoi cela? Par l'ensemble des raisons suivantes:

Le bois de chauffage est un produit peu cher; ses lieux de production sont d'ordinaire très-disséminés; ceux de consommation le sont aussi; ceux-ci sont très-nombreux; et chaque ménage n'use annuellement qu'une petite quantité, quelques voitures seulement, de cette matière; c'est à peine si la plupart des villes qui la consomment sont éloignées de quatre à cinq lieues de ses gîtes; il faut l'y aller chercher à travers bois et sentiers. Rien donc de plus naturel et de plus simple que ce soient les cultivateurs ou les petits industriels de chaque localité qui exécutent ce travail et portent leur charge jusque chez le destinataire, ou au marché. Aussi est-ce de cette manière que l'on voit se passer généralement les choses, même auprès des voies navigables; aussi n'est-il pas surprenant que la cin-

quième colonne n'en donne à la clientèle de ces voies qu'un dixième.

Sans doute, si une forêt plus ou moins vaste était située à peu de distance d'un chemin de fer qui aboutirait à de grandes villes, ou mieux encore d'une rivière descendante qui pourrait faire le transport par radeaux, la plus grande partie des coupes de cette forêt emprunterait cette voie; mais c'est là un cas tout exceptionnel, nous n'avons pas à le considérer.

Du reste, le bois de chauffage se prête évidemment mieux aux transports par les voies navigables qu'à celui par les chemins de fer. Et en effet, en ce qui touche la voie, l'espace y est généralement beaucoup plus libre, plus vaste, plus commode pour tout ce qui est volumineux; on n'y est presque jamais gêné par les souterrains, par la proximité des convois qui s'y croisent ou s'y dépassent; en ce qui concerne les véhicules, rien qui se prête mieux que les bateaux au chargement, au placement, à l'arrangement et au déchargement des buches, à leur amoncellement en volume plus ou moins considérable; rien qui s'y prête moins bien que les waggons(13). S'agit-il des agents? L'acheteur, le voiturier et le vendeur n'y ont presque jamais à traiter avec une puissance, ils n'y ont rien à redouter de ce que l'on a presque toujours à craindre, même avec les meilleures. Est-il question du moteur? L'homme, le cheval, la vapeur, le vent, le courant, y sont, suivant le cas, à son service; et, quant aux lieux de chargement et de déchargement, ils y peuvent, sur une foule de points, être presque choisis à volonté; le véhicule et plusieurs des moteurs s'y prêtent aisément par leur grande disponibilité; ainsi donc sur ces voies, coudées franches, liberté, commodité, sécurité de relations et d'action,

---

(13) Sans doute on peut modifier convenablement ce véhicule; mais toute marchandise qui impose cette servitude n'a la chance d'être accueillie que là où elle se présente assez abondante pour être bien venue.

toutes choses qui ont une grande valeur et peuvent l'emporter sur plus d'un avantage de prix et de vitesse.

(43) L'article le plus considérable qui vient ensuite est celui qui sous le n° 20 comprend les moellons, la brique, l'argile, etc. Cet article encore fait évidemment, et pour longtemps sans doute, partie de la clientèle des routes, et cela par des raisons analogues. Bas prix de la masse, éparpillement et multiplicité des lieux de production, de consommation; circonstances semblables pour les acquéreurs, voituriers et vendeurs; exploitations généralément établies près des lieux habités, brièveté des trajets; tout donc concourt à ce que les autres voies n'en reçoivent que peu.

Sans doute encore, en cette circonstance, si des gîtes de marbre plus ou moins beau, ou même seulement de pierre de qualité supérieure, etc., se trouvaient à peu de distance d'une de ces voies, elle en attirerait les produits; dans certains cas même elle attirerait aussi des argiles et des sables, fussent-ils communs; mais ce ne seraient là que des cas exceptionnels.

Pour ces matières encore, il me paraît incontestable que les voies navigables auraient généralement beaucoup plus de chances d'être préférées que les chemins de fer. Et ce que nous avons dit à ce sujet dans l'article précédent nous dispense d'en donner les raisons.

(44) La troisième espèce de matière la plus abondante comprend sous le n° 22 tout ce que l'on nomme engrais. Celle-ci appartient encore à plus forte raison aux routes, et les motifs en sont trop évidents pour qu'il soit utile de les exposer : beaucoup d'ailleurs sont les mêmes.

Quant à la portion qui emprunterait les autres voies, il nous semble présumable qu'elle serait encore plus grande pour celles navigables que pour celles de fer.

Remarquons, en passant, que ces trois objets forment

déjà à eux seuls les trois quarts des produits en circulation.

(45) Vient maintenant l'art 1er, qui se compose des denrées employées à l'alimentation presque unique des trois quarts au moins de la population, et en assez grande partie de l'autre quart. La cinquième colonne n'en porte qu'un dixième à l'avoir des voies navigables; et cela se conçoit, quand on songe que les villes où s'en fait la consommation les reçoivent en forte proportion, et souvent presque en totalité, des campagnes environnantes et à des distances d'au plus 4 à 5 lieues, en sorte que ce sont les fermiers ou les petits propriétaires qui évidemment les y conduisent avec leurs attelages et par le moyen des routes.

Pour cet objet, toutefois, il y a évidemment chance à des mutations de clientèle plus ou moins fréquentes. En effet le froment et le seigle sont des substances de première et d'urgente nécessité; leur prix est beaucoup plus élevé que celui des matières dont nous venons de parler; la récolte peut en manquer, certaines années, dans des contrées plus ou moins étendues; il est donc naturel que des moyens de déplacement plus ou moins économiques, prompts et faciles soient dans ces occasions recherchés par lui.

Suivant les localités et les circonstances, c'est une voie navigable qui remplirait cette tâche de la manière la plus avantageuse; suivant d'autres, c'en serait une de fer; mais la grande masse n'en resterait pas moins aux routes.

(46) Après cet article se présente le n° 18 affecté à la houille. Cette matière, par cela seul qu'elle se trouve dans chaque cas accumulée sur un même point en masses considérables, et qu'elle est d'un usage presque universel, est une de celles qui se prêtent le mieux aux transports par les chemins de fer et les voies navigables. Point de départ presque fixe, débit assuré partout, sont, pour ces voies, deux qualités bien précieuses. Elle a d'ailleurs

l'avantage d'être des plus maniables, de prendre presque la forme du véhicule où on la dépose, et d'y prendre peu de place, enfin de ne demander que des soins médiocres.

Elle est généralement moins exposée aux déchets sur les voies navigables, parce qu'elle n'y éprouve pas de vibrations; mais avec les chemins de fer, les waggons ont généralement la facilité d'aller, et à peu de frais, la chercher jusqu'aux puits.

Les considérations qui seraient de nature à établir, quant à cette matière, la supériorité d'une de ces deux voies sur l'autre, nous semblent peu tranchées, et de nature à la décider, suivant les circonstances, tantôt pour l'une, tantôt pour l'autre.

Quant aux routes, nous croyons, malgré l'exemple cité au § 38, qu'elles ne seront dans le cas de recevoir ce produit qu'exceptionnellement; néanmoins il ne nous paraît pas douteux que dans la plupart des cas où le trajet à faire ne dépassera pas 15 à 20 kilomètres, et où les lieux d'emplois seront plus ou moins éparpillés, elles le prendront le plus souvent.

(47) Les bois de charpente, qui viennent après la houille, et qui sont une matière incommode à transporter, nous paraissent devoir préférer le plus souvent les voies navigables, parce que les forêts qui les fournissent sont peu nombreuses, passablement réunies, souvent placées sur des montagnes éloignées des grands centres, et peu distantes de rivières, au moins flottables. Qu'ils soient forcés, pour arriver à leur lieu d'emploi, d'emprunter plus ou moins souvent les routes, on le conçoit, ces lieux sont tellement éparpillés, qu'il n'en saurait être autrement; mais cela n'empêche pas que la voie qui réellement leur va le mieux ne soit celle navigable: à nos yeux les chemins de fer ne leur conviennent qu'exceptionnellement.

(48) Les fourrages, que l'on rencontre ensuite, nous

semblent plus encore que le bois de chauffage devoir préférer habituellement les routes, puis les voies navigables : leurs lieux de naissance sont encore plus multipliés, plus sous la main des cultivateurs, et par suite davantage dans le cas d'être conduits par eux dans les nombreuses auberges ou écuries particulières où ils sont livrés à la consommation.

Leur volume considérable est évidemment encore plus gênant pour les chemins de fer que pour les autres voies. Les chances d'incendie par les flammèches des locomotives ne doivent pas non plus être négligées.

(49) Les vins et eaux-de-vie, qui se présentent après, sont fréquemment dans le cas de voyager au loin, et vont presque toujours s'installer d'abord dans des lieux de dépôt plus ou moins vastes situés dans les villes ; mais dans les pays de vignobles il s'en fait une consommation considérable, et c'est presque toujours par les cultivateurs qu'ils sont conduits dans les localités où elle a lieu. Ils appartiennent donc encore en majeure partie aux routes.

Ceux appelés à faire de longs trajets auraient, sous le point de vue économique, et souvent aussi sous celui de la vitesse, un grand avantage à recourir aux autres voies. Mais des considérations importantes peuvent faire hésiter. Pour les vins de prix, et ce sont ceux qui voyagent le plus, le coût du transport n'est pas toujours assez élevé pour contrebalancer les chances d'infidélité et de coulage. Aussi beaucoup de personnes trouvent-elles qu'un voiturier connu, plus ou moins sûr, conduisant une voiture bien bâchée, où la plupart des fûts sont à l'abri, offre plus de sécurité qu'une société, une compagnie puissante employant des véhicules où souvent ces fûts sont à la merci de plusieurs. Que de fois n'avons-nous pas vu agir ainsi des commerçants qui habitaient cependant sur le bord de voies navigables très-suivies auxquelles on confiait des vins communs.

Ajoutons que, dès que ce produit est éloigné, ne fût-ce

que de douze à quinze lieues d'une de ces voies économiques, il est rare qu'il y ait avantage à l'y conduire.

D'autres considérations encore peuvent faire pencher la balance en faveur d'une voie plutôt que d'une autre; mais comme ce que nous nous proposons est simplement de faire voir que des éléments plus ou moins importants, sont capables, bien que plus ou moins étrangers à l'économie et à la vitesse, de conduire à ce résultat, celles que nous venons de présenter nous semblent devoir suffire.

Dans l'espèce, les trois voies seraient côte à côte, que toutes trois rencontreraient des clients. Cependant, nous croyons que, tout bien pesé, ce sont les chemins de fer qui généralement en auraient le moins.

(50) Il serait, ce nous semble, superflu de prolonger cette revue. Nous en avons dit assez pour faire comprendre que la préférence accordée par les produits à une espèce de voie plutôt qu'à une autre est loin de dépendre uniquement du prix des transports et de la vitesse, mais tient aussi, et souvent à un haut degré, à d'autres appréciations, telles par exemple que les propriétés de chacune, la nature et l'état du produit, la longueur du trajet total, la situation disséminée ou rassemblée des lieux de production, de ceux de consommation, la position, la distance par rapport à ces voies, de ces lieux, etc.; or, c'est ce que nous nous proposions. Nous n'ajoutons donc plus qu'un mot, c'est que parmi les matières dont nous n'avons pas parlé, il y en a beaucoup qui sont plus ou moins chères, et sur la valeur desquelles par conséquent le coût du transport a beaucoup moins d'action, en sorte que leur circulation doit évidemment être souvent influencée par des considérations plus puissantes que ce coût.

DEUXIÈME SECTION. — Influence que doivent exercer sur l'établissement et le succès des voies de transport, le but qu'on se propose en les exécutant, la situation de la contrée, le caractère de ses habitants.

(51) Parmi les points de vue sous lesquels la destination des voies de transport peut être envisagée, il y en a deux qui nous semblent mériter une attention plus particulière. On les construit, ou dans le but de satisfaire des besoins, des jouissances créés, existants et plus ou moins prononcés, ou dans celui d'appeler ces besoins, ces jouissances, de donner aux populations assez avancées, assez bien situées, assez industrieuses surtout, les moyens de les faire naître. Pendant un assez bon nombre de siècles, les routes de France ont été presque toutes si peu fréquentées, qu'elles y remplissaient évidemment beaucoup plus la seconde mission que la première. Aussi n'en eût-on pas pu construire une seule si l'on eût eu la prétention de leur faire rapporter, par un péage, l'intérêt de la dépense de cette opération. Considéré comme spéculation commerciale, leur établissement eût été une affaire déplorable. Aussi ces voies reviennent-elles aujourd'hui excessivement cher, puisqu'ainsi que nous l'avons fait remarquer dans notre écrit de février 1839, page 47 : « *Une seule lieue de route construite sous Louis XI*, l'un des principaux créateurs de ces voies, *et dont la dépense d'établissement eût été de cinquante mille francs*, *représenterait aujourd'hui un capital de plus de treize cents milliards*. » Mais s'ensuit-il qu'en les ouvrant on n'ait pas fait une chose excellente ? La France évidemment n'est ce qu'elle est que parce que l'on a fait cette chose. Plusieurs de ses voies navigables, et entre autres le plus prospère de ses canaux, celui du Languedoc, sont dans le même cas. Ce canal revient aujourd'hui à plus de soixante milliards (voir notre brochure de 1839, page 83). Sa construction eût été, comme spéculation, une bien mauvaise opération ; mais pour le pays qu'il traverse elle a été d'une fécondité admirable (voir le § 67).

Les routes, redisons-le à satiété, sont pour un état ce que sont pour une ville ses rues, ses places, ses marchés, ses promenades; ce que sont pour une grande cité ses bibliothèques, ses musées, ses expositions, tous ces nombreux établissements qui directement ne rapportent pas d'intérêt annuel, et contribuent cependant à un haut degré à la prospérité de cet état, de cette cité; ce que sont pour les hommes de loisir, leur savoir, leurs talents, l'ensemble de ce qui leur a coûté plus ou moins cher à apprendre, et dont cependant ils ne font pas trafic. Les voies navigables sont dans le même cas, quoique à un degré beaucoup moindre; les chemins de fer y sont aussi, mais dans une proportion encore plus faible.

On peut donc rendre à un pays un service très-grand, un service immense, en y ouvrant des voies qui, pendant un temps plus ou moins long, seront peu fréquentées et sembleront accuser d'impéritie ceux qui en ont décidé la création.

Est-ce à dire qu'en procédant à cette œuvre sans discernement, ou sans étude approfondie du sujet, en plaçant presque indistinctement ici une route, là une voie navigable, plus loin un chemin de fer, on soit sûr de bien faire? Évidemment non; et bientôt nous indiquerons à quels signes on peut reconnaître comment doit se faire cette distribution. Tout ce que nous cherchons à bien faire comprendre en ce moment, c'est d'une part qu'il est sage, qu'il est dans la nature des choses de ne pas confondre les deux missions; de l'autre qu'il l'est encore plus de ne pas considérer en général, de considérer le moins possible, comme spéculation commerciale, l'exécution des voies de transport; et quand on est forcé, par une nécessité plus ou moins impérieuse, de les considérer comme telles, de se réserver les moyens d'en rompre au plutôt l'action, qui, tous comptes faits, est dans le plus grand nombre de cas plus nuisible qu'utile.

(52) En ce qui touche les circonstances topographiques et hydrographiques, ce que nous avons dit dans notre avant-propos nous semble pouvoir suffire. Leur rôle est d'ailleurs trop évident et trop bien compris pour qu'il soit utile d'y rien ajouter. A moins que des besoins d'une urgence et d'une nécessité extrêmes n'exigent qu'on passe, coûte que coûte par dessus, nul ne songera à les combattre. A nul il ne viendra à l'esprit qu'une contrée, une localité très-montueuse et accidentée, se prête à l'établissement d'autres communications que les routes, ni qu'un pays où l'eau n'est pas plus ou moins abondante ou facile à amener, appelle la construction d'un canal. Passons donc à d'autres considérations.

Une des causes les moins contestables de l'activité de la circulation est l'accumulation, sur de faibles espaces, de matières d'une grande utilité, ou d'une grande valeur, et qui, comme certains produits, la houille surtout, possèdent sous un petit volume une puissance considérable (14). L'expérience enseigne qu'il suffit souvent de quelques hectares de terrain pour donner lieu à cette activité pendant plusieurs siècles, et parfois pendant un grand nombre.

La naturalisation dans une localité d'une industrie qui fabrique des produits d'une consommation générale, ou très-étendue; le voisinage d'un port où affluent en abondance les marchandises, et plus particulièrement des matières premières; celui d'un grand centre de population qu'affectionnent la richesse et le luxe, etc.; en deux mots, tout foyer considérable de production, de consommation, d'arrivages ou de départs est un élément de circulation d'une grande fécondité.

---

(14) Les forêts sont généralement beaucoup moins favorables à cette activité que la houille, soit parce qu'à égalité de surface elles représentent une puissance très-inférieure, d'autant plus inférieure qu'il faut au bois un temps assez long pour repousser, soit parce que le transport de celui-ci n'est pas aussi facile et commode que le transport de celle-là.

Plus les observations se multiplient et s'étendent, et plus on reconnaît que l'agriculture, toute seule, n'offre à peu d'exceptions près, au mouvement des voies navigables et des chemins de fer qu'un aliment qui leur sied médiocrement (15). Et cela se conçoit quand on réfléchit qu'en général les cultivateurs sont peu aisés, qu'ils n'ont pas le moyen de faire des dépenses en dehors des premières nécessités de la vie, et que chaque localité n'expédiant que ce qui lui reste après avoir prélevé sa consommation et approvisionné les villes circonvoisines, ce superflu peut rarement être assez considérable sur chaque point pour y constituer une circulation tant soit peu active, circulation dont s'empare d'ailleurs tout naturellement, en grande partie du moins, le roulage local.

C'est un fait qui aujourd'hui paraît assez bien établi que la prospérité des chemins de fer n'est ordinairement parfaitement assurée que dans les pays manufacturiers, ou près des terrains houilliers, ou dans les environs des grandes cités, ou entre ces grandes cités, pourvu encore qu'elles ne soient pas trop éloignées.

Ce résultat n'a rien qui doive surprendre. La vie des fabriques et des manufactures consiste en échanges perpétuels de matières premières et de matières ouvrées, qui appellent un mouvement fréquent de personnes, et attirent des quantités considérables de combustibles. La majeure partie de ces matières, celles ouvrées surtout, sont,

---

(15) Dans quelques localités privilégiées, et par suite de circonstances spéciales, on voit le bétail et certaines denrées constituer une des branches les plus productives de ces voies. Mais en général les denrées paraissent n'entrer dans les tonnages qu'en faible proportion.

Dans un mémoire publié en 1836 par l'administration du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, on lit, page 18, ce qui suit :

« La presque totalité des transports consiste en charbon de terre; les » autres marchandises ne représentent pas plus de dix à douze mille » tonnes. »

Ajoutons qu'encore dans ces dix à douze mille tonnes la part des denrées est presque nulle.

à poids égal, d'un prix considérablement plus élevé que celui de la grande majorité des matières qui se consomment, sans passer par ces établissements; le temps est donc beaucoup plus précieux pour elles, et par conséquent la rapidité des voyages.

Nous n'avons encore rien dit d'une autre cause d'activité, pourtant des plus importantes, le goût de la locomotion.

Il est évident que dans une contrée où ce goût est peu répandu, la variété des besoins et des jouissances peu développée, les voies qui s'adressent surtout aux voyageurs, qui ont surtout pour spécialité la rapidité, ont peu de chances d'être fréquentées. On sillonnerait de chemins de fer la région occupée par l'indolent asiatique qu'à coup sûr leur clientèle ne pourrait venir que de l'étranger. L'activité serait donc longtemps à y pénétrer, car, à moins d'exceptions rares, là où l'on ne la trouve pas chez les habitants ou chez leurs proches voisins, elle n'existe pas, ou seulement d'une manière temporaire, accidentelle, comme par exemple dans certains pays d'eaux thermales. Les États-Unis eux-mêmes, si connus par le besoin de mouvement et d'affaires qui y règne, besoin qui paraît y être une espèce de fièvre, n'ont-ils pas un certain nombre d'états où elle n'existe pas, et d'autres où elle est faible? La Grande-Bretagne, la France, tous les royaumes en sont là aussi.

Le goût de la locomotion est donc évidemment une des conditions les plus favorables à la naissance, au développement de l'activité. Mais ce goût ne suffit pas; il faut encore qu'il s'y joigne assez d'aisance pour le satisfaire, ou l'exercice d'une profession qui, exigeant des déplacements fréquents, la crée en les rétribuant.

La manière de faire et d'être des habitants d'un pays en est l'âme. Si la mollesse, la nonchalance, l'amour du *far niente* y règnent, si l'activité dépensière ou brouillonne, le manque de suite ou de persévérance dans les idées, la

loquacité plus que la réflexion s'y font remarquer, c'est ailleurs qu'il faut songer à placer les instruments de progrès qui nous occupent; le temps de ce pays n'est pas venu.

(53) Quelques citations de notre travail de 1839 viendront ici à point.

Page 4. « La raison et l'expérience apprennent que l'état florissant d'un peuple peut être dû à bien des causes, et que les voies de communication n'en sont pas toujours les plus influentes. La première nous dit que ces voies ne sont que des instruments, et que les instruments même les meilleurs n'ont de valeur que par la main qui s'en sert, ou plutôt par le savoir-faire et l'intelligence qui les conduisent; la seconde nous montre des états et des portions d'états, par exemple en Italie, où les bonnes voies sont loin de faire foule, et où cependant la prospérité semble ne pas trouver ou ne plus trouver à se loger.

» Il est donc bien essentiel, quand on veut apprécier sainement ce qu'il convient de faire pour un pays, de se rendre compte, non-seulement des effets qu'y peuvent produire les voies de communication, mais encore de l'influence qu'y exercent, d'une part les causes qui ont comme elles le pouvoir de contribuer à la prospérité, d'autre part celles qui sont susceptibles de les contrecarrer. »

Pages 120 et 121. « L'aisance consistant dans un état de fortune suffisant pour procurer à celui qui le possède les commodités de la vie, il suffit à une province, à une nation, pour être aisée, que ces commodités se réduisent pour elle à peu de chose. Mais la prospérité n'existant que là où une masse considérable peut satisfaire à un grand nombre de besoins, cette province, cette nation serait peu prospère, elle serait également peu peuplée, parce qu'aujourd'hui un pays ne peut être prospère et peuplé qu'au moyen d'une grande quantité de travail productif, et qu'il n'y a une grande quantité de travail

productif que là où il y a beaucoup de besoins. Point de besoins, point de travail; peu de besoins, peu de travail.

» Travailler beaucoup, bien et économiquement, travailler surtout avec la sagacité qui fait choisir l'espèce d'ouvrage la plus convenable, la plus sûre du débit, eu égard aux circonstances de toute nature dans lesquelles on se trouve, est la condition principale à laquelle est attachée la prospérité.

» Un pays pourrait avoir été pourvu abondamment de voies de communication de tout genre, avoir été doté des institutions les mieux appropriées à sa nature, à son passé, à son présent, à ses voisins, et être néanmoins dans un état peu prospère, même peu aisé, car ces éléments d'aisance, de prospérité, ne sont que des instruments, des outils.

» L'Italie abonde en bons chemins et en canaux, elle n'est cependant pas prospère; la Chine au contraire l'est à un haut degré, bien que sa navigation soit très-arriérée, et que ses routes, ainsi que ses transports par terre, laissent beaucoup à désirer (16). La partie de l'An-

(16) « Dans ce pays qui paraît un des plus aisés, des plus riches du globe, on ne connaît pas encore les écluses à sas, et les transports n'ont lieu qu'avec une excessive lenteur. Il résulte des documents les plus récents (voir l'ouvrage de M. Davis, ancien résident de la compagnie des Indes dans ce pays) que le moyen de transport qui y est le plus généralement usité à beaucoup près consiste dans les bateaux; que par terre on va à cheval ou en chaise à porteur, mais peu en voiture; qu'on n'y connaît que les voitures à un cheval, et encore non suspendues; que le moyen ordinaire de transport par terre est la chaise; qu'il n'y a pas de pays où les chevaux soient aussi peu utilisés qu'en Chine; que ces animaux y sont, il est vrai, de petite espèce et de chétive apparence.

» Cependant M Davis dit que pour tout ce qui constitue les sociétés industrieuses et bien organisées il y a infiniment moins de différence entre les Chinois et les Anglais, les Français et les Américains qu'entre ces peuples et les habitants de l'Espagne et du Portugal; il dit même que les Chinois nous sont supérieurs en véritable civilisation, de cette civilisation qui affranchit les gens du commun de l'ignorance et de la

gleterre qui aujourd'hui se couvre de chemins de fer, n'en avait pas encore un seul qu'elle était déjà arrivée à un haut degré de prospérité : on vantait l'état florissant des États-Unis à une époque où ils n'avaient encore ni chemins de fer ni canaux. Que de localités auront avant peu routes, canaux et chemins de fer, qui n'en seront guères plus avancées !

» Les bons instruments, les bons outils sont certainement un moyen de succès excellent, et on a dit d'eux avec raison qu'ils font la moitié de l'ouvrage ; mais il y a quelque chose qui vaut mieux encore, ce sont les bons ouvriers, c'est le savoir-faire.

» On ne saurait rappeler trop souvent ce fait aux populations, à celles surtout qui ont de la tendance à invoquer sans cesse la législation pour créer chez elles, par l'établissement de voies nouvelles ou d'autres instruments, l'aisance, la prospérité dont l'aspect chez leurs émules excite leur envie. »

Pages 139, 140 et 141. « Il ne sera pas inutile de citer quelques exemples moins saillants, mais non moins concluants sous plusieurs rapports, des effets de la spécialité, de la supériorité; je les emprunte à la seconde édition du traité de M. Aimé Martin sur l'éducation des mères de famille.

» . . . . . *Le sol de Thomery se compose de quatre cents arpents d'arides carrières, connues, du temps de Henri IV, sous le nom des Effondrés. En lui donnant le raisin on lui a fait produire un million. Il n'y a peut-être pas sur le globe de contrée plus intéressante, de village plus charmant et plus digne des regards du législateur. C'est une petite république agricole qui vit comme une grande famille*, *et dont tous les habitants sont riches*,

---

rudesse des manières qui, chez la plupart des nations européennes, les placent au niveau des brutes. »

laborieux et heureux. Les travaux des femmes y sont légers : effeuiller la vigne pour laisser passer le soleil. éclaircir les grappes en détachant les grains avariés, couper le fruit sans le défleurer, et, lorsque vient le moment de la vente, aller dans la forêt à la cueillette de la bruyère qui doit envelopper et parfumer le raisin. Toutes ces choses demandent de la délicatesse et des soins dont les femmes seules sont capables. L'art de parer les paniers, c'est-à-dire d'emballer le raisin, forme à lui seul une science complète : les jeunes filles qui le possèdent sont très-recherchées des jeunes gens, et ce talent supplée quelquefois à la richesse de la dot. L'hiver, les femmes s'occupent de leur fruitier, où à côté des chasselas qu'elles conservent on voit des rangées innombrables de pommes et de poires que leurs maris vont acheter en Auvergne, et dont le commerce leur apporte de grands bénéfices. Voilà comment les villageois de Thomery ont passé de la misère au bien-être, de la barbarie à la civilisation, par la culture d'un fruit et l'influence toute-puissante des femmes rendues à leurs travaux naturels.

» *L'histoire de Montreuil offre un intérêt plus vif encore. Ce n'était sous Louis XIII qu'un misérable village où l'on rencontrait çà et là quelques-uns de ces animaux farouches peints par La Bruyère, noirs et livides, toujours courbés vers la terre, et qui lorsqu'ils se lèvent sur leurs pieds, montrent une face humaine. Aujourd'hui ce même village s'est transformé en un riche bourg, peuplé de quatre ou cinq mille âmes, et tous ses habitants, hommes et femmes, jeunes et vieux, l'été et l'hiver, sont occupés de la culture du pêcher dont, pendant trois mois, ils versent sur nos tables les fruits brillants et savoureux. Ce fut un pauvre chevalier de Saint-Louis, nommé Girardot, qui introduisit cette culture à Montreuil. . . . .*

. . . .

» ..... *On dirait un nouveau peuple ; ce n'est cependant*

qu'une nouvelle génération née à l'abri d'un arbre inconnu des générations anciennes.

» *Cet arbre, c'est le mûrier. Pour opérer tant de prodiges, il a suffi de la culture d'un végétal et de l'éducation de sa chenille. Il faut voir le pays dont ils ont changé le destin. Ces coulées de laves rouges et noires, ces fleuves de cendre, ces chaussées des géants semblables à celles d'Irlande, ces masses basaltiques qui encaissent les torrents et couronnent les montagnes, c'est là tout le sol du Vivarais. En face de la petite ville d'Aubenas, trois rangs de montagnes s'élèvent en amphithéâtre comme de larges gradins jusqu'aux Cévennes qui les terminent. Tout le pays a brûlé; et si les volcans se rallumaient, Aubenas verrait autour de lui soixante montagnes flamboyantes.*

» *Eh bien! ces montagnes longtemps stériles sont aujourd'hui plantées jusqu'à leurs sommets; ces plaines, longtemps incultes, sont aujourd'hui vertes et fécondes; chaque village a ses plantations: les villes mêmes apparaissent comme des corbeilles de verdure.* »

Page 151. « Il paraît constant qu'en fait d'industrie, la nation française est inférieure sur presque tous les points à ses rivaux (17). L'opinion publique et presque toutes les personnes éclairées attribuent cet état de choses à plusieurs circonstances, mais surtout et en première ligne à l'état de notre viabilité. Or il résulte des documents les plus authentiques, non-seulement que le prix des transports sur les routes est moindre en France que partout ailleurs, mais qu'il n'est pas même moitié de ce qu'il est en Angleterre, aux États-Unis, en Allemagne et en Italie. Ce fait seul ne dément-il pas la conclusion qui précède? »

---

(17) D'après l'opinion de l'homme le plus spécial que nous ayons sur cette matière, M. de Saint-Cricq, les vins seuls donneraient lieu à une exception.

Page 164. « L'adage aide-toi et Dieu t'aidera, n'est pas seulement applicable aux individus; il l'est encore aux agglomérations, quelles qu'elles soient. De toutes les chances de prospérité que puissent avoir une cité, un pays, il n'en est pas de comparables à celles qui naissent du caractère de ses habitants. De nombreux exemples en témoignent, et à leur tête les États-Unis, l'Angleterre et la Hollande.

» On voit journellement en France des localités demander à cor et à cri l'exécution d'un canal, qui, lorsque ce canal est exécuté, n'en savent tirer parti. »

Page 178. « Catherine de Russie disait, en parlant de la révocation de l'édit de Nantes, que Louis XIV s'était coupé le bras gauche avec le bras droit: n'en doit-on pas dire autant des gouvernements qui établissent des tarifs sur les voies de transport, et surtout sur les voies navigables? A notre sens ils mangent leur blé en herbe. »

Pages 184 et 185. « *Le fait qui nous a frappé dès le premier abord, l'exiguïté du territoire où les travaux des communications ont amené les plus étonnants résultats* (*c'est M. Charles Dupin qui parle*), *ce fait même sera l'objet d'une conclusion importante pour notre pays. La partie canalisée de l'Angleterre est, ainsi que nous l'avons vu* § 165, *moins étendue qu'un carré de* 285 *kilomètres de côté* (*soixante-douze lieues de poste*), *et ce carré surpasse de fort peu le septième de la France. Si donc, sur la superficie totale de la France, nous parvenions à trouver un sixième seulement qui fût déjà très-favorisé par l'abondance et l'étendue des cours d'eau naturels, par la fertilité de la terre, par ses ressources minérales, ou tout au moins par ses communications faciles avec les mines de fer et de charbon, nous pourrions avec ce sixième de sol, et par des travaux pareils à ceux dont nous venons de tracer le tableau, égaler les prodiges enfantés en si peu d'an-*

nées dans la partie de l'Angleterre qui fait la richesse et la puissance de ce royaume (18).»

Pages 189, 190, 191 et 192. « Mais citons d'une manière plus précise M. Michel Chevalier :

» *L'Américain entre à quinze ans dans les affaires ; à vingt ans il est établi, il a son industrie quelle qu'elle soit..... Il ne se conçoit pas sans profession, lors même qu'il appartient à une famille riche..... Du moment où il se lève, il est au travail; il s'y absorbe jusqu'à l'heure du sommeil..... L'instant des repas n'est pour lui qu'une désagréable interruption à sa besogne.*

» *L'Américain semble né, organisé pour le commerce. Il en affronte les dangers, il s'y soutient, comme à la guerre des soldats braves et expérimentés se soutiennent en allant au feu, s'entr'aidant sans lâcher pied.*

» *L'Américain peut supporter une application au travail constante et sans relâche. Il n'éprouve pas le besoin de se distraire ni de s'amuser. Le silence et le recueillement de son dimanche paraissent être pour lui un plus sûr délassement que la joie et les fêtes par lesquelles le nôtre est marqué; bien plus, on peut dire que le sens des jouissances lui manque. Toutes ses facultés sont admirablement et énergiquement combinées pour la production ; il est dépourvu de celles en l'absence desquelles la consommation est sans joie et le plaisir une occupation pénible. Or, travail pour travail, il préfère celui qui rapporte à celui qui coûte.* . . . .

» *Le matin l'Anglais est aux affaires, les affaires lui sortent par tous les pores ; le soir, c'est l'homme de loisir qui se repose et jouit de la vie..... L'Américain des états*

---

(18) Une condition fort essentielle doit être ajoutée à celles-ci. C'est que la population de ce sixième aurait l'esprit de suite, la persévérance, l'activité, le savoir-faire de celle qui fait l'objet de ce rapprochement. Or cet ensemble de qualités est malheureusement assez rare, surtout dans une population.

du nord ou du nord-ouest, celui dont la nature domine aujourd'hui dans l'Union, est un homme d'affaires en permanence, c'est toujours l'Anglais du matin..... Ce n'est pas seulement un travailleur, c'est un travailleur ambulant. . . . .

» *Il est toujours en humeur d'émigrer, toujours prêt à partir avec le premier bateau à vapeur qui passera, des lieux mêmes d'où il est débarqué à peine. Il est dévoré du besoin de locomotion; il ne tient pas en place, il faut qu'il aille et qu'il vienne, qu'il agite ses membres et tienne ses muscles en haleine. . . . .*

» *La vie du vrai Américain est celle du soldat : comme le soldat il est campé et en camp volant : ici aujourd'hui, à quinze cents milles dans un mois, sa vie est une vie d'alertes et de sensations violentes. . . . .*

» *Dans les hôtels et sur les bateaux à vapeur, lorsque l'heure des repas approche, la porte de la salle à manger est assiégée. Dès que la cloche sonne on se rue, et en moins de dix minutes toutes les places sont envahies. Au bout d'un quart d'heure, sur trois cents personnes, deux cents sont sorties de table; dix minutes après tout a disparu. . . . .*

» *Parmi les mots attribués à M. de Talleyrand on cite celui-ci : Je ne connais pas un Américain qui n'ait vendu son chien ou son cheval. L'Américain est toujours en marché; il en a toujours un qu'il vient d'entamer, un autre qu'il vient de conclure, et deux ou trois qu'il rumine.*

» Aux États-Unis comme en Angleterre on prise à un haut degré la pratique, le savoir-faire. Celui qui dans un genre de connaissances a fait ses preuves est celui dont on recherche, dont on suit les avis : là, on considère l'expérience acquise comme un capital d'une grande valeur. L'Américain *a une vénération religieuse pour l'expérience.*

» Dans les états de l'Union qui n'ont pas d'esclaves, c'est

à-dire dans la partie la plus florissante de ce pays, il existe à l'égard des gens de loisir une surveillance rigoureuse qui oblige ceux que ce genre de vie pourrait séduire à rentrer dans la ligne commune, et à travailler au moins jusqu'à l'âge où le repos est indispensable à l'homme. L'opinion publique, aidée de sociétés philanthropiques et religieuses instituées sous des noms divers, est aux aguets pour refouler tout ce qui pourrait acclimater sur le sol des habitudes de dissipation même fort innocentes.

» Un des arguments qui ont nui le plus à M. Jones Quincy-Adams pour sa réélection à la première magistrature de l'état, a été l'introduction faite par lui d'un billard dans le palais de la présidence.

» *Aux États-Unis tout est disposé pour le travail. Les villes sont bâties suivant la méthode anglaise. Les hommes d'affaires, au lieu d'être dispersés par la ville, occupent un quartier qui est exclusivement à eux, où pas une maison ne sert à l'habitation et où tout est bureaux et magasins. Les courtiers, les agents de change, les avocats y ont chacun leur cellule, les négociants leur comptoir..... A toute heure du jour un négociant n'a que quelques pas à faire pour en rejoindre un autre, pour s'aboucher avec un homme de loi ou un courtier. Ce n'est point comme à Paris, où l'on perd un temps précieux à courir l'un après l'autre. Paris est la cité commerciale la plus mal arrangée de l'univers.*

» *Dans ce pays il n'est pas permis d'être incrédule; il faut, bon gré, mal gré, avoir une religion.*

» *Il est plusieurs états où l'on s'exposerait à être retenu par la population si l'on voulait voyager le dimanche; la plupart des services de voitures publiques et de bateaux à vapeur sont interrompus ce jour-là. Entre Philadelphie et New-York même, ainsi qu'entre Philadelphie et Baltimore, on ne circule pas le dimanche.*

» *Le dimanche, un Américain n'oserait pas recevoir ses*

ainsi; ses domestiques refuseraient de s'y prêter; c'est à peine si ce jour-là il peut obtenir d'eux qu'ils le servent lui-même à table à l'heure qui leur convient. Naguère, le maire de New-York fut accusé par un journal d'avoir traité le dimanche certains nobles anglais; ce magistrat s'est empressé de faire publier qu'il connaissait trop bien ses devoirs de chrétien pour fêter ses amis le jour du sabbat. »

Page 195. « Nous avons entendu il n'y a qu'un instant M. Michel Chevalier, écoutons maintenant M. de Tocqueville :

» *Je ne pense pas qu'il y ait de pays dans le monde où, proportion gardée avec la population, il se trouve aussi peu d'ignorants et moins de savants qu'en Amérique.*

. . . .

» *Presque tous les Américains ont de l'aisance; ils peuvent donc facilement se procurer les premiers éléments des connaissances humaines.*

. . . .

» *Il n'y a pas de pays au monde où les hommes fassent en définitive autant d'efforts pour créer le bien-être social.* . . . .

» *Le commerce descend et remonte les fleuves de l'intérieur avec une rapidité sans exemple. A ces facilités que la nature et l'art ont créées, se joignent l'instabilité des désirs, l'inquiétude de l'esprit, l'amour des richesses, qui poussent sans cesse l'Américain hors de sa demeure, le mettent en communication avec un grand nombre de ses concitoyens. Il parcourt son pays en tout sens; il visite toutes les populations qui l'habitent. On ne rencontre pas de province de France dont les habitants se connaissent aussi parfaitement entre eux que les* 13 *millions d'hommes qui couvrent la surface des États-Unis.....*

. . . . »

Page 202. «..... *Ceux qui connaissent l'Angleterre et*

l'Amérique s'accordent à dire que les ouvriers du nouveau monde travaillent plus que ceux de l'ancien. Outre l'exercice de leur profession journalière, ils ont beaucoup d'autres occupations dont ils s'acquittent le matin de bonne heure. Quand leur journée de travail est finie, ils lisent jusqu'à une heure avancée ou assistent à des cours, ou bien ils s'occupent de la construction ou de la réparation de leur maison, ou des autres soins que réclame leur propriété. »

Pages 229 et 230. — « L'état de Pensylvanie, qui après celui de New-York est le plus prospère de l'Union, possède, d'après M. Michel Chevalier, 242 lieues 1/4 de canaux et 47 lieues 1/4 de chemins de fer, qui ont coûté en tout 123 millions, *non compris le service des intérêts des emprunts contractés* : ses canaux lui reviennent donc évidemment à une somme sensiblement plus élevée que 100 millions. Or, on peut voir dans l'ouvrage de miss Martineau (tome II, page 402) que cet état n'a retiré de leurs péages, de 1832 à 1833, que 817 700 fr. Ce n'est pas même 1 pour 100 de la dépense de construction. »

On lit en outre dans le même ouvrage (tome II, page 2) :

« *Les travaux publics de cet état* (la Caroline du Sud) *produisent un revenu très-faible n'excédant pas annuellement* 81 000 *fr., déduction faite des frais d'exploitation, quoique l'état ait contracté pour les construire une dette de* 10 800 000 *fr. Dans plusieurs parties de l'état on a fait des canaux qui ne payent pas leur dépense courante ; et, à l'exception de la route de l'État et du canal de Colombie, c'est à peine si l'on trouverait dans tout le pays une entreprise publique qui, mise en adjudication, trouvât un acquéreur.* »

Page 231. « Enfin on lit dans M. Michel Chevalier (tome II, page 50) : *La Caroline du Nord ne fait rien et ne projette rien. Si jamais elle s'enrichit, ce ne sera pas*

qu'elle aura saisi la fortune à la course, ce sera que la fortune sera venue la chercher dans son lit. »

Page 287. — «...... Vainement une ville populeuse et commerçante sera sillonnée de canaux, de rivières, de chemins de fer, ses rues n'en seront pas moins les premiers et les plus indispensables éléments de son existence. Si l'on se rappelle les faits exposés précédemment, on reconnaîtra que les routes sont dans le même cas par rapport à un état. »

Pages 289, 290 et 291.—«..... Terminons ce qui a rapport à la comparaison des voies, et rappelons qu'il résulte des chapitres précédents : 1° que les états ont, comme les villes, les sociétés et les individus, des besoins auxquels ils ne peuvent pourvoir qu'au moyen de la possession d'immeubles, de meubles, d'instruments, etc., etc, en rapport avec la condition de leur existence, et dont le plus souvent les services, bien qu'immenses, ne sauraient être pesés au poids de l'or; que les voies de communication surtout sont dans ce cas ; 2° que chaque peuple, indépendamment de son idiosyncrasie et du passé plus ou moins long qui lui crée telle ou telle physionomie, tels ou tels penchants, a généralement, d'après sa topographie et sa position géographique, de fortes raisons pour faire prédominer son attention sur un genre de voie plutôt que sur un autre ; 3° que si les routes, remplissant dans un état les fonctions que les rues remplissent dans les villes, ont l'avantage de l'universalité des services, et plus particulièrement celui de mettre les campagnes en état de fournir aux villes leur nourriture journalière et une partie considérable de leurs moyens de construction et de chauffage, les voies navigables ont celui d'alimenter leur industrie, de créer seules ces grands foyers qui contribuent si puissamment à la prospérité générale, de donner à une foule de produits du sol une valeur souvent décuple de celle qu'ils auraient sans leur existence, d'engendrer de nombreux établissements,

soit sur le lieu même d'extraction de ces produits, soit à des distances plus ou moins éloignées le long de leurs bords ; les chemins de fer, celui de créer une valeur, la vitesse, que jusqu'à ce jour eux seuls produisent, et par suite celui de rapprocher singulièrement les distances, de faciliter les relations des peuples, l'enchevêtrement de leurs intérêts et de leurs idées, l'adoption mutuelle de ce qu'ils ont de bon et de bien, l'extinction de leurs haines et de leurs préjugés, la défense du territoire de chacun ; 4° qu'au nombre des services rendus par les personnes et par les choses, il en est qu'on ne saurait évaluer en argent, entre lesquels on ne saurait établir de balance de clerc à maître et à l'aide de chiffres ; que ceux que nous venons de résumer, et qui constituent en raccourci le bagage des voies de communication sont dans ce cas ; que cela n'empêche pas cependant de classer ces voies dans l'ordre de supériorité qui résulte de l'importance plus ou moins grande de l'ensemble de leurs services, et par suite de reconnaître que pour la plupart des peuples les routes ont d'abord une supériorité hors de ligne, qu'après elles viennent les voies navigables, et enfin les chemins de fer, qui, malgré leur grande utilité, ne méritent réellement que la troisième place, et assez loin même des deux autres ; 5° enfin, que la France possédant dans son sol un puissant élément de richesse qui en fait naturellement un état éminemment agricole, et n'étant assise ni comme la Hollande, Venise ou Gênes, sur un territoire qui tient presque plus de l'eau que de la terre, ni comme une grande partie de la Chine, de l'Angleterre et de la Belgique, sur un sol abondant en eau, généralement en plaine et sous un climat humide, cette nation est une de celles que ses véritables intérêts convient le plus à donner à ses routes une attention toute spéciale ; que cette attention lui est d'autant mieux commandée, que le morcellement de la propriété y rend leur étendue nécessairement plus considé-

rable que dans les autres pays; d'autant mieux commandée, que les transports par terre s'y exécutent à moitié prix, même abstraction faite des péages, qu'en aucun pays connu, et que plus elle parviendra à les perfectionner, plus aussi elle accroîtra la supériorité qu'elle a dans cette industrie sur ses émules. »

Page 293. « Si nous ne nous trompons, les questions que nous venons de poser sont aisées à résoudre ; il suffit pour cela de se rappeler qu'il s'en faut de beaucoup que les canaux soient tous placés dans des conditions de succès identiques, soit en ce qui concerne l'industrie des pays qu'ils réunissent, soit en ce qui concerne celle des localités qu'ils traversent et le savoir-faire de leurs habitants ; de se rappeler qu'il y a des populations nonchalantes, apathiques ou établies sur un sol ingrat, et d'autres pleines de vie, d'activité, et que favorise un sol riche et fertile.

» Nul doute que les péages ne soient sur toute espèce de voie nuisibles à la fréquentation et à la vitesse ; mais il nous semble résulter avec évidence des chapitres précédents que généralement ils ne sont point la cause fondamentale de l'inactivité dont on se plaint, et que cette cause est tout simplement celle qui fait que sur beaucoup de routes départementales et même royales on ne trouve, malgré l'absence des péages, ni fréquentation ni vitesse.

» Les pays où sont situés les canaux qui languissent offraient avant la création de ces voies peu de mouvement ; leurs habitants attribuaient cet état de choses au manque de canaux; aujourd'hui que ce motif n'existe plus, ils l'attribuent aux péages. Si ceux-ci étaient supprimés, ce qui probablement n'y accroîtrait que de peu ce mouvement, ils s'en prendraient sans doute au manque de chemins de fer. Il en est des masses comme des individus ; quand les choses ne vont pas comme elles le désirent, ce n'est jamais à elles qu'elles s'en prennent. Nous ne savons si nous faisons erreur, mais nous croyons qu'on

peut généralement dire à ces habitants que l'élément principal de la prospérité qu'ils appellent est presque tout entier dans le mot d'Hercule au charretier embourbé : *aide-toi, le ciel t'aidera.* »

Page 308. « Si, par exemple, il est un pays où l'on n'aime que la mauvaise eau-de-vie, l'Anglais se gardera d'y en porter de bonne : le Français fera souvent le contraire ; bien mieux, il s'évertuera à prouver à ses habitants qu'ils font preuve de mauvais goût en préférant la première à la seconde. »

Page 318. « . . . . . Les Américains ont accueilli les chemins de fer comme ils ont accueilli les bateaux à vapeur, comme ils accueillent tout ce qui coïncide parfaitement avec leur caractère, comme ils accueilleraient les ballons le jour où les ballons viendraient à créer une valeur d'un grand prix.

» Disons en terminant qu'il en est des chemins de fer comme de tous les instruments à grande portée : qu'ils ne trouvent généralement accueil et gîte que là où déjà leurs analogues sont maîtres du logis ; que c'est là qu'ils s'installent, mais sans en chasser personne (19).

» Où les nouvelles inventions se pressent-elles ? à Paris, à Londres, c'est-à-dire aux lieux où déjà les anciennes abondent. Où ces chemins eux-mêmes font-ils acte de prise de possession ? En Angleterre comme aux États-Unis, ce n'est pas là où manquent les routes, même les voies navigables, c'est là où elles sont en plus grand nombre. »

---

(19) « L'enthousiasme pour les chemins de fer a été poussé si loin, qu'il n'y a pas longtemps encore des hommes éclairés, tels par exemple que M. Jobard de Bruxelles et M. l'ingénieur anglais Gordon, publiaient, le premier, que ces chemins permettraient de supprimer les routes ordinaires et les canaux ; le second, qu'ils produiraient des économies énormes, que les courriers, les télégraphes mêmes deviendraient inutiles, que les postes ne coûteraient presque rien aux états. »

Page 319. « 1° On a vu que les éléments les plus importants du progrès, dans un genre quelconque de connaissances, sont (1°) le nombre de personnes qui le cultivent; (2°) la puissance de travail, d'intelligence, d'aptitude, d'activité de corps et d'esprit, de moyens pécuniaires qu'elles possèdent; (3°) leur union, leur rapprochement; (4°) le temps qu'elles y consacrent; (5°) les circonstances où elles se trouvent, les instruments dont elles disposent, le pays qu'elles habitent.

. . . .

» Quand donc on veut comparer entre eux des peuples sous le rapport du développement de leur prospérité, on ne peut se dispenser d'étudier chez chacun ce qu'y sont ces éléments. C'est, comme on l'a vu, ce que nous avons cherché à faire dans nos quatre premiers chapitres, et plus essentiellement dans le quatrième. Le moment est venu de mettre à profit cette étude, essayons. »

Pages 320, 321, 322, 323, 324 et 325. « 2° Si l'on a présent à l'esprit l'ensemble de notre travail, on reconnaîtra, à l'aspect du tableau que présentent les États-Unis, que le véritable fondement de leur prospérité est le caractère de leurs habitants; que mille autres peuples placés dans la même position seraient à peine connus; que, grâce à ce caractère, il ne surgit pas sur le globe une invention de quelque portée industrielle, qu'ils ne se l'approprient aussitôt et de manière à en faire un instrument plus puissant chez eux que partout ailleurs.

» Les progrès étonnants de ce peuple avaient déjà fixé l'attention de l'Europe bien avant 1820, et pourtant, avant 1820, les bateaux à vapeur, les canaux, les chemins de fer lui étaient presque inconnus. Trois des instruments les plus puissants de l'industrie et du commerce actuels lui manquaient, et pourtant il marchait déjà à pas de géant dans la voie de l'industrie et du commerce. Qu'aujourd'hui l'on parvienne à diriger les ballons, à en faire

des instruments d'industrie, et demain il en aura plus que toute l'Europe.

» Une nation dont la physionomie a pour traits principaux un goût incarné pour le travail productif, une puissance d'action, tant d'esprit que de corps, presque infatigable, une soif d'affaires, un besoin de locomotion qui tiennent du prodige et maintiennent sans cesse en émoi tout son être, une abnégation presque antipathique contre les cafés, les théâtres, à proprement parler contre tout ce qu'on nomme en Europe loisirs, délassements, une espèce de dédain pour des dangers contre lesquels les autres peuples cherchent à se prémunir, une sobriété sans égale; une telle nation peut sans doute avoir de grands défauts, les nations n'en sont pas plus exemptes que les individus, mais, à coup sûr, elle a pour l'industrie et le commerce d'immenses avantages sur les nations qui existent aujourd'hui. Aussi, c'est vainement que quinze cents lieues la séparent de l'Europe; si son propre intérêt ne la condamnait à prendre dans cette Europe une partie des produits qui y naissent ou s'y fabriquent, pour ne pas ramener à vide dans ses ports les bâtiments qui lui apportent ses matières premières, son coton surtout, elle serait bientôt de force à venir lutter contre elle sur ses propres marchés, et à y offrir à bien plus bas prix des matières qu'aujourd'hui elle lui demande (20).

» Cette nécessité des chargements de retour, surtout pour les longs voyages, cette loi impérieuse du commerce

(20) « Un fait fort remarquable en ce genre nous est offert par l'Angleterre au sujet de son commerce de cotonnade avec l'Inde. On sait que dans ce pays les salaires sont très-modiques, et que les habitants avaient acquis une grande supériorité dans la fabrication des étoffes de coton. Or, malgré ces circonstances, pourtant du plus grand poids, les Anglais qui, il n'y a guère plus d'un siècle, connaissaient à peine cette fabrication, sont parvenus aujourd'hui à vendre avec avantage à l'Inde les tissus qu'ils ont fabriqués chez eux avec le coton qu'elle leur fournit et cela, par conséquent, malgré le désavantage d'un transport d'environ trois mille lieues.

nous paraît ne pas être prise toujours autant en considération qu'elle le mérite. Elle tend à intéresser puissamment au progrès même de leurs rivaux les peuples commerçants, ceux surtout qui se livrent à l'industrie des transports lointains, car tout peuple qui cherche à vendre doit désirer que les frais de translation de ses produits soient le plus faibles possible.

» 3° les sciences, la littérature, les beaux-arts auxquels un grand nombre de personnes, en Europe, consacrent leur temps, sont à peine cultivés aux États-Unis. Ces connaissances ne conduisent presque jamais à la fortune; elles procurent généralement plutôt des jouissances intellectuelles que des jouissances matérielles; elles se prêtent par conséquent beaucoup moins au négoce : partant, elles sortent du caractère de l'Américain. En France, nous ne concevons pas qu'on puisse faire fi à ce point des jouissances immatérielles; en Amérique, on conçoit peut-être encore moins l'importance que nous y attachons. Dans l'un comme dans l'autre pays, on cède à sa nature : pour concevoir une chose, il faut posséder les organes qui s'y rapportent, et, de plus, les avoir convenablement disposés. Il fut un temps en France, et ce temps n'est pas encore très-loin, où, à la tête même de la société, on ne comprenait pas qu'on pût savoir écrire, même signer son nom, où c'eût été une honte de le savoir. Chaque peuple et chaque époque lèguent à l'avenir des traits de ce genre. Tacite n'a-t-il pas dit des Goths : *Les Goths sont tellement abrutis, qu'ils n'ont pas honte d'exploiter les mines de fer.* De tels mots existent par centaines; chaque jour en voit naître et mourir, et il en sera évidemment ainsi à toujours.

» En négligeant beaucoup de connaissances, l'Américain ne s'est mis que mieux en état de satisfaire aux lois de supériorité et de spécialité. Par la première, il est parvenu à être, ou peu s'en faut, le seul fournisseur de coton du globe, comme encore à être, en général, de tous les voi-

turiers par mer le moins cher; par la seconde, il a réussi à enraciner sur son sol des industries nombreuses qui déjà y donnent des produits remarquables, et dans l'établissement desquelles son génie des affaires, son tact pour la production et le débit se sont de nouveau révélés.

» 4° Il nous paraît résulter de ces considérations que la prospérité des Américains est essentiellement due à leur caractère, caractère en vertu duquel ils mettent en œuvre et s'approprient avec une promptitude et une sagacité étonnantes les instruments, les préceptes, les idées qui sont le plus capables de féconder chez eux l'industrie et le commerce; que cette prospérité ne reconnaît pas plus pour cause les voies de communication, les bateaux à vapeur, les institutions de crédit, ou tel et tel autre instrument qu'ils mettent en usage, que les succès d'un peintre ne reconnaissent pour cause les couleurs, les pinceaux, la toile dont il ne peut se passer, ceux d'un poëte, les plumes, le papier ou l'encre qui lui servent à exprimer ses pensées; que ce serait une grande erreur à un peuple de croire que les canaux, les chemins de fer, les bonnes routes sont les agents les plus puissants des luttes industrielles; qu'une longue expérience a appris qu'avec des outils médiocres, souvent même mauvais, un habile ouvrier peut faire de bon ouvrage, comme aussi un ouvrier médiocre peut, avec d'excellents outils, faire de mauvaise besogne.

» 5° Les éléments de progrès énoncés précédemment n'ont pas tous été à la disposition des Américains, mais presque tous y ont été, et la plupart à un degré éminent: aussi quels fruits ils ont portés! En a-t-il été de même en France? malheureusement non : le mauvais côté du caractère des habitants s'y est opposé (21). Ce mauvais côté, tel que l'ont dépeint les historiens et tel qu'ils le dépein-

(21) On verra dans le chapitre suivant que le bon côté de ce caractère a compensé heureusement et largement les funestes effets du mauvais, du moins en une foule de choses.

draient probablement encore, ce *vanidicum Celtæ genus et mutabile mentis*, a eu trop de part à leurs œuvres. Aussi que d'oisiveté, de temps perdu, d'allées et venues sans résultat, de mésintelligence au lieu et place d'accord et d'union, de manque de suite dans les idées! Aussi quelle lenteur dans le progrès!

» Au plus prospère de nos canaux, celui du Languedoc, il faut cent cinquante ans pour devenir ce qu'aux États-Unis et en Angleterre ses enfants deviennent en quelques années; à ceux exécutés depuis 1822 combien faudra-t-il pour arriver à un état passable?

. . . .

» Au surplus, ce que l'on s'efforce surtout d'obtenir par l'amélioration et la multiplication des voies de communication, c'est le bas prix des transports. Or quel est le pays où personnes et choses voyagent plus économiquement qu'en France? Nous n'en connaissons pas (22).

» A notre avis donc la véritable cause de la supériorité industrielle et commerciale des Américains et des Anglais consiste en ce qu'ils ont plus de savoir-faire que de savoir-dire, et notre infériorité en ce que nous avons plus de savoir-dire que de savoir-faire, ou plutôt en ce que notre savoir-faire est loin du leur. »

Pages 326 et 327. « Si nous avons su conserver aux faits exposés dans les chapitres précédents l'autorité qu'ils doivent à la vérité, et en tirer, dans la solution des ques-

---

(22) « Sans doute il y a aux États-Unis et en Angleterre, comme aussi du reste en France, des voies navigables sur lesquelles les transports sont à très-bas prix; mais, quand on songe que presque partout l'étendue du sol et sa culture conseillent d'avoir beaucoup plus de routes que d'autres voies, et que c'est sur elles que la grande masse des voyageurs et des marchandises circule, on conçoit que le prix le plus important est toujours en définitive, pour le commerce intérieur bien entendu, celui qui s'y paye.

» Au reste, ce prix est en définitive si peu élevé en France, comme on l'a vu, pour l'ensemble des transports par terre, qu'il peut aller au moins de pair avec celui qu'on paye sur les canaux anglais.

tions qui viennent d'être traitées, le parti que le bon sens indiquait, il doit paraître démontré :

» D'abord, que l'état des voies de communication, qui a permis à chaque peuple de devenir ce qu'il est, est loin de présenter en France une infériorité qui convie à le faire considérer comme y ayant contribué en rien à la moindre rapidité des progrès.

» Ensuite que ce que l'on observe en Angleterre et aux États-Unis est de nature à engager les habitants de cette contrée à prendre en plus grande considération qu'ils ne le font ordinairement les vérités ci-après : 1° que c'est l'union qui fait la force, et la stabilité qui conserve ce qu'elle a édifié, la stabilité encore qui lui permet d'édifier de nouveau ; 2° que c'est le savoir-faire et non le savoir-dire qu'il faut prendre pour guide; que les théories ne sont bonnes neuf fois sur dix qu'à détruire, et souvent encore ce que l'on avait de mieux ; 3° que, comme le répète sans cesse l'habitant de Liverpool, le temps est de l'argent; 4° que l'esprit de suite, la persévérance sont plus puissants à fonder que l'imagination, la sagacité; 5° que le progrès n'a pas d'ennemis plus dangereux que l'inconstance, la versatilité, le changement fréquent des hommes et des choses; 6° que les sociétés et les individus sont aussi incapables que les machines de résister longtemps à des perturbations fréquentes; 7° que l'industrie et le commerce sont à jamais l'état normal de la société, et que bien qu'ils laissent beaucoup à désirer, ils n'en méritent pas moins grande considération et honneur; 8° enfin, que le travail ne suffit pas pour réussir, qu'il faut encore de la prévoyance, de l'ordre, de l'économie.

» C'est à la pratique de ces idées, si nous ne nous trompons, beaucoup plus qu'à l'état de leurs voies de communication, que les Anglais et les Américains doivent leur prospérité. C'est donc cette pratique, mais réelle, mais non simplement apparente, que nous devons tâcher de leur emprunter. »

Pages 416 et 417. « Pour que les voies navigables rendent de grands services à une localité, il est généralement nécessaire que les routes, aidées d'un caractère entreprenant et actif dans ses habitants, y aient d'abord défriché l'industrie; de même, pour que les chemins de fer y remplissent leur rôle et y jettent à flots les voyageurs, il faut que les voies navigables soient venues y créer une active circulation de matières, circulation qui devance toujours celle des voyageurs.

» Croire, ainsi qu'on l'a souvent répété depuis quelques années, que les chemins de fer peuvent remplacer les routes et les canaux, les premières surtout, c'est ne pas connaître les nécessités, les faits les plus généraux et les plus journaliers de la vie des masses. L'établissement de ces chemins ne coûterait rien, leur entretien même ne coûterait rien, qu'ils ne pourraient les remplacer.

» En dernière analyse, sans routes, pas de hameaux, pas de villes, pas de nations; rien que des déserts et des peuplades (23) : sans voies navigables pas de grands foyers d'industrie, pas de matières quelque peu éloignées à bas prix; par suite, pas de concurrence possible sur les marchés étrangers, souvent même sur ses propres marchés : sans chemins de fer pas de rapidité dans les voyages, dans les transactions commerciales, pas de contact fréquent entre les personnes, et surtout entre les peuples peu rapprochés des grandes voies navigables.

» Il n'y a peut-être pas d'état au monde auquel les routes rendent d'aussi grands services qu'à la France. L'industrie des transports y travaillant à moitié prix de celle des autres nations, y doit être considérée, ou peu s'en faut, comme celle de toutes ses industries qui mérite le plus sa reconnaissance : grâce à elle, les routes font

(23) « Nous rappelons encore une fois ce que nous avons déjà rappelé souvent, que c'est toujours en thèse générale que nous parlons. »

beaucoup plus pour ce pays que les mers pour l'Angleterre (24). »

CHAPITRE III.

RÉSUMÉ DES FAITS ET CONSIDÉRATIONS EXPOSÉS JUSQU'ICI; MISE EN RELIEF DES PRINCIPES LES PLUS IMPORTANTS QUI EN DÉCOULENT; APPLICATIONS A QUELQUES OPINIONS ÉMISES PAR M. TEISSERENC.

Nous diviserons ce chapitre en deux sections, qui auront pour objet, la première le résumé et la mise en relief, la seconde l'application énoncée dans ce titre.

PREMIÈRE SECTION. — Résumé des faits et considérations exposés jusqu'ici; mise en relief des principes les plus importants qui en découlent.

(54) Nous avons, dans les deux chapitres qui précèdent, étudié les voies de transport, d'abord dans leur nature intime, c'est-à-dire dans ce qui fait de chacune d'elles ce qu'elle est, et la distingue de ses émules, ensuite dans leur rapport avec les personnes et les matières qu'elles sont appelées à transporter, avec les pays qu'elles doivent traverser, avec le caractère des populations qui les habitent.

Nous avons fait voir que sous divers points de vue, que nous avons classés sous dix dénominations principales, chacune a des traits distincts, et souvent tranchés à un haut degré, qui, suivant l'occurrence, exercent tantôt isolément, tantôt collectivement sur les chances qu'elles ont d'être préférées ou délaissées, une influence plus ou moins prononcée; que l'ensemble de ces traits qui forment leur physionomie, donne à chacune un air, un aspect parti-

(24) « En Angleterre même, où les routes sont loin d'être aussi utiles qu'en France, on regarde la circulation intérieure comme beaucoup plus productive au pays que celle extérieure; celle-ci n'est que de 5 à 6 millions de tonneaux par an, et, y compris le cabotage, de moins de 30 millions. Or, bien que le mouvement qu'elles desservent soit probablement loin d'être, comme en France, huit fois celui qui a lieu sur les voies navigables, il n'est pas moins évidemment assez considérable pour que l'on soit en droit de les regarder comme la cause principale de ce résultat. »

culiers; que les goûts des personnes viennent compliquer ces chances: qu'il en est de même de la nature des produits, de leur destination, de la situation de leur point de départ ou d'arrivée, de leur dissémination ou de leur concentration, de leur abondance ou de leur rareté, des heures de départ et d'arrivée, de la longueur des trajets, du caractère, des mœurs et des usages des habitants; que les trois espèces de voies et même leurs variétés, fussent-elles établies côte à côte, la masse des transports à exécuter se distribuerait inévitablement entre toutes, et en proportions très-diverses, résultant du degré de puissance de toutes ces forces, de toutes ces actions; enfin que malgré l'enchevêtrement, la complication, le pêle-mêle pour ainsi dire de ses nombreux éléments, chaque espèce de voie n'en a pas moins un cachet particulier et très-distinct, et dont on peut donner succinctement une idée en ces termes :

Routes. — Les routes desservent l'universalité des besoins; elles sont comme le lien de tout ce qui vit et respire; elles sont les rues de chaque état, et lui sont aussi indispensables que les portes et les fenêtres le sont aux édifices; c'est par elles qu'existent les 37 mille ruches ou communes dont se compose un état comme la France, par elles que subsistent des milliers de familles, par elles que sont utilisées par millions tant de journées de chômage de cultivateurs, d'animaux, de voitures et harnais employés de nécessité par l'agriculture, journées qui rendent une foule de transports plus économiques que ceux exécutés par les voies navigables et les chemins de fer; par elles que l'immense majorité des produits du sol et d'une partie des fabriques suit les phases de son existence, par elles que les autres voies reçoivent ou rendent à destination ce qui les emprunte. Pendant de longues années, la France n'a eu ni chemins de fer, ni canaux, et n'en était pas moins arrivée, grâce aux routes, à une grande prospérité. Ce fait

semble annoncer que tant qu'elles ne seront pas toutes, et jusqu'au moindre chemin vicinal, excellentes, elle a beaucoup encore à gagner à leur affecter ses ressources, plus peut-être qu'à les consacrer à ses émules. Si donc il existe une chose qui doive être populaire et bien traitée, ce sont ces voies, ces amies de tous, et particulièrement des masses; et cela est surtout vrai pour la France où les transports par terre coûtent sensiblement moins cher que chez les autres nations, et pas même moitié de ce qu'ils coûtent en Angleterre et aux États-Unis. Les routes ont, il est vrai, quelques inconvénients; mais le seul qui soit bien sérieux et qu'on ne puisse leur ôter, c'est de ne pas se prêter à une grande vitesse, même quand on pourrait l'y obtenir à bas prix.

Voies navigables. — En tant que grandes eaux (les mers et certains lacs et fleuves), les voies navigables ont déjà commencé à relier les peuples entre eux, à leur procurer les produits même les plus éloignés; et il est infiniment probable qu'elles rempliront un jour ce rôle d'une manière dont ce qu'on voit aujourd'hui peut à peine donner une idée. Il semble en effet que ces immenses amas d'eau n'ont pas été placés par le Créateur où ils sont, pour ne pas recevoir une destination à laquelle ils paraissent si évidemment propres (25).

Comme rivières et comme certains canaux, elles procurent aux personnes et aux marchandises des vitesses que l'on ne peut raisonnablement demander aux routes sans danger pour les allants et les venants, encore plus que pour ceux qui en feraient usage; elles la leur procurent d'ailleurs à bien plus bas prix et beaucoup plus commodé-

---

(25) Il semble impossible, philosophiquement parlant, qu'un rôle immense n'ait pas été destiné aux mers; et la conjecture qu'un jour on pourra y obtenir des vitesses aussi grandes que sur les chemins de fer n'a rien en soi de bien étrange; elle est d'ailleurs assez bien légitimée par le rapprochement du présent et du passé.

ment; elles permettent en outre de transporter à très-bon compte, quoique plus ou moins loin, une foule de matières, surtout celles encombrantes et peu chères, qui, malgré leur grande utilité et souvent même leur impérieuse nécessité, seraient fréquemment, sans ce bon compte, dans l'impossibilité d'aller où elles les portent.

Dans bien des occasions, leur courant épargne les frais de la locomotion, et souvent l'accroissement de prix de la remonte est loin de détruire, de compenser cette économie. Sur nombre de points où, pour une foule de matières, la vitesse est presque sans utilité, elles permettent de conduire ces matières, à un prix inférieur de beaucoup au plus bas qui ait été obtenu sur les chemins de fer. N'ayant pas, la plupart du temps, à faire payer aux transports d'énormes intérêts de construction et d'entretien, ou quand elles l'ont, en ayant de bien moindres, elles se prêtent généralement beaucoup mieux à l'économie.

Sur un canal, chaque localité profite comme sur une route, du travail, de la mise hors de fonds, et des bénéfices de l'exploitation; il ne s'y fait pas de grosses fortunes, mais de petits profits, qui font vivre un certain nombre de familles. Aussi est-ce là encore une espèce de voie qui doit avoir à un haut degré la sympathie des masses. Le moteur y est généralement l'homme et le cheval, et non la houille; c'est du travail pour le pauvre.

L'expérience enseigne que depuis que le monde existe. tous les grands foyers qui ont atteint un haut degré de prospérité, étaient ou sont situés, à un très-petit nombre d'exceptions près, au bord, ou tout auprès de voies navigables. Tout donc concourt à faire considérer ces instruments comme d'une très-grande utilité, là surtout où les routes ont déjà créé, en défrichant l'industrie, des besoins nombreux et variés.

(55) *Chemins de fer.* — A peine à sa naissance, ce nouvel instrument a déjà rendu de brillants services; et pour-

tant il semble évident que ceux qui sont dans sa destinée sont bien plus brillants encore. Mais pas plus que ses émules, pas plus que rien ici-bas, il n'est doué de tous les avantages. La cherté considérable de sa construction et de son entretien exige, pour que les transports n'y reviennent pas à un prix exorbitant, une activité de circution très-grande, et telle qu'en général, on n'a encore la chance de la rencontrer que dans un petit nombre de directions. Aussi son succès n'est-il probable que là où cette activité a déjà été créée par ses devanciers. Dans l'état actuel des choses, l'exploitation d'un chemin de fer est une entreprise industrielle à l'aide de laquelle une compagnie généralement despotique, tâche de se procurer le plus de bénéfices possible, et par ce motif concentre sur un petit nombre de points ses ateliers de fabrication et de réparation, ses dépôts et magasins, de façon à éviter de son mieux partout ailleurs la moindre dépense; le moteur y est la houille. Or tout cela, bien qu'en soi excellent sous plusieurs rapports, a, dans l'état actuel des choses, l'inconvénient assez grave de venir peu en aide aux masses.

Toutefois la vitesse considérable que donne déjà cet instrument, celle prodigieuse qu'il semble présager pour l'avenir, le bas prix de sa locomotion, lui assurent dans cet avenir un rôle admirable et auquel il est difficile de songer sans s'extasier. Mais chaque chose a son temps. La nourriture, les jeux, les occupations de l'enfant ne sont pas ceux de l'adulte, et ceux de l'adulte ne sont pas ceux de l'homme fait.

Quand une route vient desservir des besoins préparés, ébauchés par un sentier, elle n'en enlève ni complétement ni à toujours la clientèle; une voie navigable créée ou améliorée près d'une route plus ou moins fatiguée y produit un effet semblable; un chemin de fer ne fait pas mieux. Remplissez un tonneau de boulets, il pourra encore recevoir des noisettes, puis des grains de blé, puis de

la poussière, puis de l'eau, et de l'air et encore autre chose.

(56) Les voies de communication sont généralement bien plus profitables à un état par les services indirects qu'elles lui rendent que par ceux directs. Il serait donc à désirer qu'elles possédassent les mêmes priviléges que les rues, les places publiques, les bibliothèques, etc., et que l'on n'y fît rien payer, pour droit de passage, à qui les emprunte. C'est surtout pour les routes et les voies navigables, et particulièrement à l'égard de produits tels que la houille, qu'il serait utile que cela fût ainsi, parce que c'est essentiellement aux masses, au peuple, au grand nombre, qu'elles sont immédiatement profitables, qu'elles procurent du travail. Mais les chemins de fer eux-mêmes, bien qu'ils fonctionnent plus spécialement pour les riches, rendraient bien plus de services et seraient peut-être en définitive plus lucratifs encore pour le trésor, si on les envisageait sous ce point de vue.

Bien qu'au fur et à mesure que la société s'instruit et s'éclaire, les idées éprouvent de plus en plus de tendance vers la conciliation, la bienveillance, l'union, la solidarité, que par conséquent tout ce qui est avantageux aux uns, puisse, quoique de plus ou moins loin, et par des sentiers divers, le devenir aux autres, qu'ainsi ce qui l'est aux riches, puisse finir par l'être aussi aux pauvres; il faut convenir que, dans l'état actuel des esprits et des choses, cette tendance offre encore de nombreuses exclusions, donne lieu à bien des motifs de préférence plus ou moins prononcés, plus ou moins faiblement justifiés; qu'ainsi, si dans leur action et dans leurs allures les routes et les voies navigables ont en France, à part bien entendu celles qui sont aliénées pour un temps, un caractère éminemment démocratique, les chemins de fer, en ont un, jusqu'à présent du moins, essentiellement aristocratique; et non pas de cette aristocratie aux manières nobles, généreuses, affables, bienveillantes; mais de celle à la conduite et aux

sentiments hautains, despotiques, insolents, égoïstes, avides. Aussi pensons-nous qu'il serait heureux pour cette contrée que l'on s'y préoccupât d'abord et avant tout de celles-là; puis que l'on s'efforçât d'enlever le plus possible à ceux-ci, en tout ou en partie, et peut-être ne serait-ce pas difficile, ce qu'ils ont de plus ou moins antipathique à cette tendance, tendance qui paraît si bien s'allier au caractère généreux de cette nation.

(57) Du reste les propositions principales qui nous semblent ressortir de notre travail sont les suivantes :

1° Le prix de revient des transports et leur vitesse présentent, le premier surtout, deux faces très-importantes des questions auxquelles donnent lieu les voies de communication; mais ces deux faces ne sont pas, à beaucoup près, les seules qu'il faille envisager, quand on traite de ces questions;

2° Les routes doivent être construites là où l'existence de sentiers plus ou moins fréquentés atteste celle de besoins plus ou moins nombreux ou variés; les canaux là où des sentiers et des routes très-suivis en révèlent de plus nombreux et plus variés encore; enfin les chemins de fer là où ces voies offrent une activité de circulation considérable.

3° Chaque espèce de voie, chaque variété même, est soumise à la loi commune, et convient mieux à une clientèle qu'à une autre, parfois même, mais comme exception, à une qui lui va moins bien à elle-même. Des causes nombreuses de diversité existent à ce sujet.

4° A une époque donnée il n'y a dans chaque localité, dans chaque contrée, qu'une masse aussi donnée de chaque nature de produits, lesquels partent de points déterminés, pour se rendre à des points eux-mêmes plus ou moins déterminés; l'accroissement de cette masse ne s'opère en général qu'avec lenteur. C'est sur elle que travaillent, jeunes ou vieilles, toutes les voies de transport; quand donc on

en crée beaucoup à une époque, il faut, ou qu'elles languissent longtemps ou qu'elles dépouillent plus ou moins leurs devancières. Toutefois les voyageurs ne donnent pas exactement lieu à la même observation; le goût de la locomotion peut faire de plus rapides progrès.

5° Quand on construit quelque part une nouvelle espèce ou une nouvelle variété de voie, elle prend toujours à celles voisines une partie plus ou moins considérable de leur clientèle.

6° C'est là où il se crée beaucoup de produits, et là où il s'en consomme beaucoup, que l'on a le plus de chances, en établissant de nouvelles voies artificielles, en améliorant et perfectionnant celles naturelles, de voir ces opérations suivies de succès. Forte production d'une part, forte consommation de l'autre, sont les deux éléments qui isolés et surtout réunis appellent sur un ou plusieurs points, ou sur une direction, cet établissement, cette amélioration.

Ajoutons que ces deux éléments n'ont pu se développer que là où il existe déjà des voies plus ou moins fréquentées, et que l'activité est bien plus propre et plus prompte à créer de nouvelles voies, que celles-ci à créer de l'activité.

7° Il peut être d'une utilité plus ou moins grande de construire dans un pays une espèce de voie qui a peu de chances d'y être de longtemps fréquentée. Cela est rare toutefois quand ce pays possède déjà des routes, et que la circulation y est peu active. Cela serait déraisonnable, si ce pays avait en outre une ou plusieurs voies navigables privées, ou presque privées de clientèle.

8° La manière de faire et d'être des habitants d'une localité, leur richesse, la situation, les avantages ou les inconvénients de cette localité, exercent une influence plus ou moins prononcée, et souvent capitale, sur sa prospérité, sur le nombre et l'espèce des voies de communication qui y ont été créées, qui y sont nécessaires;

ce serait le plus souvent s'exposer à être injuste que d'attribuer à la faveur cette prospérité. Ce ne sont pas les enfants gâtés qui réussissent, ce sont ceux qui ont des moyens, de l'énergie, de la suite dans les idées, de la persévérance, du savoir-faire et du bien faire surtout, ou, pour parler plus juste, qui prouvent par des faits qu'ils auront ces qualités.

9° Mettre en relations, par une nouvelle voie, des localités qui n'y ont jamais été, peut être une bonne opération, mais en peut être une mauvaise. Dans le cas même où c'en est une bonne, il est rare qu'il ne faille pas un long temps pour qu'elle porte des fruits. Les habitudes ne se déplacent, ne se modifient, ni aisément, ni promptement.

10° Il n'y a peut-être pas une route en France dont la construction, considérée comme spéculation, rende aujourd'hui un intérêt annuel d'un demi et même d'un quart pour cent; pour la presque totalité cet intérêt serait beaucoup plus faible. Les canaux anciens sont la plupart, quoique à un degré moindre, dans le même cas. Le plus prospère de tous, celui du Languedoc, aurait été une très-mauvaise spéculation. Toutes ces voies cependant ont indirectement donné lieu à une immense production de richesses, et ont fait de la France ce qu'elle est. Elles doivent donc être considérées par tous les esprits judicieux comme des instruments analogues aux places publiques, aux rues, aux promenades, aux bibliothèques, aux musées, etc... qui, et plusieurs bien moins qu'elles, travaillent d'une manière si fructueuse pour la prospérité et le progrès, quoique ne rapportant directement rien au trésor.

DEUXIÈME SECTION. — Application des principes qui précèdent à quelques opinions émises par M. Teisserenc.

(58) Nous avons lu avec beaucoup de plaisir les écrits de M. Teisserenc; et quoique nous venions en combattre

quelques passages, nous sommes moins que personne disposé à en contester le mérite. Rarement quand un sujet est nouveau et compliqué, on en embrasse du premier coup toutes les faces; il ne serait donc pas étonnant que cet habile publiciste en eût oublié quelques-unes. A qui, en pareille circonstance, cela n'est-il arrivé ?

Les passages auxquels nous faisons allusion appartiennent à deux articles de la *Revue indépendante* insérés, l'un dans le n° du 10 septembre 1843, l'autre dans celui du 10 juillet 1844. Les voici :

Revue du 10 *septembre.*

1° Page 50. Il y est dit que si les voies navigables étaient amenées à un état convenable, elles recevraient la plus grande partie des produits du roulage.

2° Page 54. « Mais, si ces principes déduits du simple exposé des faits sont hors de contestation, comment vient-on soutenir qu'un chemin de fer peut être tracé le long d'un canal sans inconvénients ? N'est-il pas évident que les deux voies se partageront un mouvement auquel une seule d'entre elles eût dû suffire ; que les frais généraux restant les mêmes de part et d'autre, quelle que soit l'activité de la circulation, deux entreprises trouveront une existence maladive là où une seule voie de transport eût largement prospéré ? »

3° Page 55. « L'établissement des chemins de fer sur les bords des canaux n'est pas seulement une mesure de mauvaise administration, une destruction volontaire du capital national, c'est un acte contraire aux prescriptions d'une saine politique, une violation flagrante des lois de l'équité..... »

4° Page 58. « Et qu'on le remarque bien, si l'on donne les chemins de fer aux pays aujourd'hui en possession de canaux, quelle compensation offrira-t-on aux pays dépourvus de voies navigables ?..... Cependant les chemins

de fer s'achèveront près des voies navigables ; sous l'action concentrée de ce double moyen d'attraction, les localités déshéritées verront émigrer de leur sein leurs plus riches industries, se retirer de leurs routes le roulage qui les animait, seront dépouillées des éléments de vie qui leur restent, etc. »

5° Page 59. « ..... Et c'est ainsi que l'on arrivera à diviser la France, cette terre de l'égalité, en nouvelles Angleterres exploitant de nouvelles Irlandes ; c'est ainsi que l'on organisera légalement, logiquement, le plus inique, le plus révoltant de tous les régimes. . . . .

» Se prévaloir d'un mouvement de personnes et de choses, créé avec les deniers publics, pour justifier une nouvelle préférence ; poser en principe que les voies de communication s'appellent, se sollicitent les unes les autres, et doivent en conséquence être accumulées sur les mêmes points, c'est justifier le monopole de la faveur par le précédent de la faveur ; c'est naturaliser sur notre sol quelques-unes de ces inégalités choquantes que la conquête elle-même ne légitime pas. »

6° Page 89. « ..... Les rail-ways, si l'on combine le temps et l'argent à la fois épargnés, sont le mode le plus parfait de transport qu'indique la science économique. »

Revue du 10 *juillet* 1844.

7° Page 132. « ..... Les chemins de fer doivent être, autant que possible, tenus à l'écart des voies de communication. . . . .

» Pour pouvoir refuser aux canaux ou aux chemins de fer les propriétés similaires que nous leur reconnaissons, il faudrait être en mesure d'alléguer contre l'une ou l'autre de ces voies une impossibilité matérielle, ou une impossibilité de prix de revient.

» Or, ni l'une ni l'autre de ces impossibilités n'existe.

» Les bateaux peuvent recevoir toutes les marchandises

ordinaires du commerce,..... les waggons des chemins de fer se prêtent merveilleusement bien au transport des produits dits encombrants. »

8° Page 137. « ..... Ainsi la théorie et la pratique s'accordent pour démontrer que les voies navigables peuvent et doivent absorber tous les transports de marchandises. A cette condition seulement elles sont vraiment utiles, vraiment profitables à la communauté. C'est vers ce but qu'il faut tendre. . . . .

» Pour faire de notre réseau de navigation une bonne opération commerciale, nous n'avons pas trop de tous les mouvements de marchandises qui s'effectuent chez nous. »

9° Même page. « Un canal coûte-t-il de premier établissement 240 mille francs par kilomètre, il n'est justifiable qu'autant qu'il doit attirer un mouvement de cent mille tonnes parcourant chaque kilomètre. En effet, cent mille tonnes portées par le roulage, coûteraient, après déduction faite des frais de commission, d'assurance, de chargement et de camionnage, qui pèsent aussi bien sur les transports par eau que sur les transports par terre, seize centimes par tonne et par kilomètre, soit en tout 16 000 fr. Portées par le canal, elles reviendraient à pareil somme, savoir : pour intérêts des dépenses de première construction, 12 000 fr.; pour entretien et administration du canal, 2 000 fr. ; pour halage, à raison de 2 centimes par tonne et kilomètre, 2 000 fr. Total égal, 16 000 fr. »

10° Page 138. « Supposons dans les circonstances que nous venons d'énoncer un mouvement de 50 000 tonnes. Par le roulage, 50 000 tonnes à 1 kilomètre auraient coûté 8 000 fr.; si un canal est ouvert, elles en coûteront 15 000. En pareil cas, le pays aurait plus de profit à subventionner le roulage qu'à ouvrir une voie de navigation. Mieux vaudrait, si l'on jugeait utile de réduire à une moyenne de 6 centimes par kilomètre le prix des transports, payer

aux commissionnaires 10 centimes par tonne et kilomètre sur le fonds du trésor. . . . .

» C'est donc une erreur fondamentale que d'écrire comme on l'a fait trop souvent : les canaux et les chemins de fer ont chacun leur destination spéciale, s'adressent à des classes de marchandises différentes. »

11° Page 148. « Jamais ne fut mieux vérifiée la règle que nous posions dans un autre écrit : *Il n'y a pas place pour les chemins de fer et pour les canaux sur les mêmes marchés. Partout où ces voies se trouvent accolées, l'une d'elles ne se développe qu'aux dépens de l'autre : ce que le chemin de fer gagne, le canal le perd nécessairement. Dans l'intérêt mutuel de ces deux modes de communication, dans l'intérêt d'une bonne gestion de la fortune publique, le gouvernement doit tenir aussi écartés que possible les uns des autres, les canaux et les chemins de fer.* »

12° Page 150. « Les chemins de fer et les canaux ne peuvent exister parallèlement sans se porter un dommage mutuel. Nous devons donc considérer comme invariablement acquise à la discussion la règle de principe que nous avons posée en commençant. (Cette règle est que les canaux et les chemins de fer se prêtent *également* bien au transport des marchandises, qu'ils rendent les mêmes services, que tracer un chemin de fer le long d'un canal, c'est détruire volontairement une partie de la fortune publique.) »

Examinons successivement chacun de ces passages.

(59) *Passage n° 1.* La conjecture qui y est émise nous paraît infirmée par les faits les plus notoires, par ce qui se passe journellement sous les yeux de tous Sur quelque point du royaume que l'on se trouve, on voit en effet l'immense majorité des produits du sol, celle qui constitue la masse des transports, conduite dans les villes par de petits cultivateurs et industriels. Et d'après ce que nous

avons dit, non-seulement il serait difficile, dans l'état présent de la société, qu'il n'en fût pas toujours ainsi, mais encore cela serait fâcheux.

(60) *Passage n° 2*. Il est hors de doute que quand une nouvelle espèce de voie de quelque valeur vient se mettre en concurrence avec les anciennes, elle ne produise un résultat analogue à celui qui se manifeste en pareille circonstance dans toutes les branches de l'activité humaine, le partage de la clientèle, résultat qui, habituellement, engendre tant et de si cruelles infortunes. M. Teisserenc a donc grandement raison de s'affliger des inconvénients qui en sont la suite. Mais il nous paraît aller beaucoup trop loin quand il suppose que les deux voies doivent nécessairement rester maladives. Lorsque le chemin de fer de Manchester à Liverpool a été construit, trois voies y étaient en concurrence, deux navigables et une de terre; et elles ne pouvaient suffire à l'activité de la circulation. Ce fut même cette circonstance qui fit penser à un chemin de fer (*voir* notre brochure de 1839, page 305). Sans doute, parmi les nombreux chemins de ce genre qui luttent avec des voies navigables, il y en a qui font de meilleures affaires que celles-ci, d'autres, peut-être, qui en font de moins bonnes, mais rien ne prouve qu'ainsi que cela a souvent lieu pour d'autres industries, l'accroissement général d'activité ne remettra pas, dans quelques années, sur un bon pied les communications qui souffrent. Lorsque, dans un pays où il n'y a que des routes, on ouvre une nouvelle espèce de voie, le nombre des blessés et des malades est constamment plus ou moins considérable sur ces routes. Au début, presque tout ce qui passe sur la nouvelle communication fait faute aux anciennes; ce sont des entrepreneurs de transports, des aubergistes, des charrons, des forgerons, des cultivateurs qui payent au nouvel arrivant sa bienvenue. Tout cela, il est vrai, se fait sans bruit, parce que les intérêts lésés sont éparpillés, sans lien et trop peu for-

tunés pour avoir, comme les compagnies, des journaux qui sonnent le tocsin; mais tout cela n'en est pas moins très-fâcheux, et d'autant plus fâcheux que ceux qui pâtissent sont des gens qui n'ont pas le moyen de perdre beaucoup.

Quand, dans une ville, un nouveau quartier se forme et attire la clientèle d'un ancien; quand une rue se perce, qu'un pont se construit, etc., n'y a-t-il pas aussi bien des morts et des blessés? Chose déplorable, sans doute, mais inhérente à l'état actuel des sociétés.

Toutefois, ce n'est pas encore par ces côtés que le passage auquel ces réflexions s'adressent nous semble offrir le plus de prise à la critique; c'est parce qu'il envisage les voies de transport beaucoup plus sous le rapport des compagnies qui les exploitent que sous celui de la nation à qui elles sont destinées. Comme cette face du sujet doit être examinée plus naturellement en parlant d'un autre passage, nous ne nous y arrêterons pas ici.

(61) *Passage n°* 3. Quelque part que l'on crée une nouvelle voie, il y a, nous le répétons, souffrance, dépréciation sur les anciennes, mais souvent ce n'est que momentanément, passagèrement. Pour éviter cet inconvénient, il faudrait ne pas exécuter cette voie; les choses se passent ainsi, disons-le encore, dans toutes les industries. Toute invention, même la plus utile, toute machine, quels qu'en soient les avantages, amène ce triste résultat. Serait-il plus fâcheux quand ce sont des compagnies qui sont atteintes? Personne moins que M. Teisserenc ne le pense Et pourtant son langage conduirait à cette conclusion. Quant au reproche, plus explicitement exprimé, de manque d'équité, nous l'examinerons dans le paragraphe 63.

(62) *Passage n°* 4. Si les démonstrations que nous avons données de ces deux propositions, savoir : l'une que chaque espèce et même chaque variété de voie de communication

est appelée, par suite de nombreuses circonstances, à se former une clientèle spéciale, l'autre que les voies navigables sont les antécédents logiques des chemins de fer, sont exactes, on conçoit que, même abstraction faite des considérations que nous venons de présenter, il ne saurait, dans l'espèce, y avoir lieu à des compensations; on conçoit que là où les routes ne sont pas fréquentées, le moment n'est pas encore venu de créer de nouvelles voies, et que là où elles le sont, c'est en général par la navigation, quand elle est possible, qu'il faut aviser à faire faire au pays qu'elles traversent de nouveaux progrès.

Du reste on a vu, et par des exemples empruntés à la France, qu'en réalité, les routes ne se laissent pas aussi complétement dévaliser, déshériter qu'on le croit; qu'elles n'en restent pas moins chargées, et probablement même pour longtemps encore, du transport de l'immense majorité des produits du sol (26). Mais pour reconnaître ce fait, il ne faut pas s'en rapporter trop aisément aux dires, il faut constater, et par des observations plus ou moins longues et suivies, l'état réel des choses.

Ainsi le sombre tableau présenté dans ce passage s'applique à des conjectures que l'observation des faits et leur discussion ne permettent d'accepter, tout au moins en France, que comme très-exceptionnelles.

(63) *Passage n° 5*. Mais c'est surtout ici que ce tableau nous semble laisser à désirer. Sur quoi en effet s'appuie-t-on pour assurer que là où en France le mouvement

---

(26) Dans la partie même de l'Angleterre où il y a le plus de chemins de fer et de canaux, les routes ont commencé de nouveau à voir augmenter leur clientèle qui avait beaucoup diminué. Nous en avons donné la preuve dans les *Annales des ponts et chaussées* (numéro de janvier et février 1844), en faisant voir que le produit des péages y a presque repris son ancien taux. Et pourtant combien les moyens de lutter n'y sont-ils pas moins avantageux qu'en France où le prix des transports sur les routes n'est pas même moitié de ce qu'il est dans ce royaume, où d'ailleurs ces voies étant bien plus nombreuses peuvent se prêter un secours plus efficace?

des personnes et des choses existe, c'est la faveur qui l'a créé? Ce n'est pas assurément sur l'exemple de l'Angleterre, puisque là toutes les voies de communication sont faites et entretenues par le public. Là ce mouvement a été créé par l'habileté, l'industrie, le savoir-faire des individus; pourquoi n'en aurait-il pas été de même en France? Est-ce qu'on n'y voit pas comme ailleurs un assez bon nombre de personnes qui, bien qu'elles aient de l'esprit, de la fortune, du savoir, des talents, n'en savent tirer qu'un mince parti, et souvent aucun, tandis que d'autres qui n'ont pas tous ces avantages, ou qui les ont à un degré moindre, et qui parfois sont parties de beaucoup plus bas, grandissent, s'élèvent, et prospèrent? Or n'en est-il pas des localités, des contrées, des états, comme des personnes? Est-ce la faveur qui fait que dans telle commune presque tout le monde sait lire et écrire, tandis que dans telle autre quelques individus à peine le savent? Est-ce la faveur qui fait que dans des régions moins favorisées que d'autres par le sort, l'ordre, l'amour du travail, l'économie, la variété des connaissances, la bonne conduite, etc., existent à un bien plus haut degré que dans celles-ci.

Oui, les voies de communication s'appellent, se sollicitent les unes les autres, et cela parce que leur rôle est de satisfaire des besoins, et que là où l'une d'elles en donne le moyen, si les populations ont de l'activité, de l'industrie, elles ne tardent pas à acquérir l'aisance, la richesse qui provoquent de nouveaux besoins, et par suite la création de nouvelles voies. Il en est de ces instruments, ce qu'il en est de tous les instruments. Les fiacres ont appelé les cabriolets, les cabriolets les omnibus, et ceux-ci d'autres voitures dont l'ensemble forme avec eux cette légion de véhicules qui se plie à toutes les allures d'une immense population; telle bibliothèque en appelle une autre, tel marché en fait de même, etc. La société dans son intérêt et au fur et à mesure de son avan-

cement cherche et découvre toutes ces combinaisons, tous ces instruments, et les met en action, eux, leurs variétés, leurs nuances, leurs contraires, tout ce qui a des propriétés tant soit peu distinctes; par la raison que ce seul mot *distinct* révèle une utilité propre, utilité qui, à un instant donné, peut ne pas être encore connue, ne pas répondre à l'état du moment, du moins en tel pays, en telle localité, mais qui n'en existe pas moins virtuellement.

(64) *Passage n°* 6. Si nous avons bien fait comprendre la mission de chaque espèce de voie, il est clair que la plus parfaite, et de beaucoup, surtout pour un état que la nature convie à être éminemment agricole, est celle dont aucune autre ne peut se passer, et qui, à la rigueur, pourrait se passer de toutes, comme en effet elle s'en passe dans plus d'une contrée, pourtant très-florissante, celle qui a l'universalité d'emploi, et toutes les qualités que nous avons reconnues aux routes; il est clair enfin que les chemins de fer, bien que destinés à une immense utilité, surtout dans l'avenir, sont celle qui l'est le moins.

Sans doute si c'est sous le point de vue du degré d'habileté avec lequel ils sont exploités, de celui avec lequel la mécanique en a fait un des fleurons de sa couronne, qu'on veut les comparer à leurs émules, nous ne serons pas loin de croire aussi que, bien qu'ils laissent encore considérablement à désirer, ils sont généralement plus avancés que les autres voies; mais si c'est sous celui de la valeur des services, nous en serons fort loin.

(65) *Passage n°* 7. Tenir les chemins de fer à l'écart des voies de communication serait les exposer à rester longtemps peu fréquentés, surtout par les marchandises; attendu d'une part qu'une portion considérable des lieux d'exploitation de celles-ci, s'est tout naturellement créée, organisée près et le long de ces voies, d'autre part que ces communications elles-mêmes ont été construites pour

réunir, desservir le mieux possible, l'ensemble de ces foyers, ensemble éparpillé généralement dans leur sphère d'activité.

En ce qui touche les voyageurs, nous ne comprenons pas bien non plus comment on pourrait songer à cette mise à l'écart. En effet, le but principal qu'on se propose, est de rendre plus promptes, plus faciles, plus fréquentes, moins chères, les relations qu'ont déjà entre elles des villes, plus ou moins populeuses. Or c'est par le moyen des communications déjà existantes que ces relations se sont formées. Si donc les chemins de fer passent par ces villes, ils ne seront pas à l'écart de ces voies.

Pour que la condition d'écart eût lieu, il faudrait généralement que les villes reliées n'eussent eu entre elles jusqu'alors, que peu ou point de rapports. Mais on sait trop, pour en avoir l'idée, combien le plus souvent il faut de temps pour créer ces rapports, pour établir des clientèles.

Quant aux deux faces d'impossibilité matérielle et d'impossibilité de prix de revient, nous avons fait voir, d'une part que c'est de convenances, de préférences, et non d'impossibilités qu'il s'agit; d'autre part que dans une foule de circonstances les voies navigables sont beaucoup moins chères que celles de fer; enfin que ces faces sont loin d'être les seules qui exercent une grande influence sur les questions posées, et ajoutons, sur presque toutes celles que soulève le sujet.

(66) *Passage n°* 8. Nous avons prouvé par des exemples frappants, par un, entre autres, des plus remarquables qui se puissent rencontrer, combien la théorie d'absorption est peu d'accord avec les faits, et avec les causes très-simples de ces faits; nous n'avons donc pas à y revenir.

Nous ne voyons pas d'ailleurs pourquoi la destinée des voies navigables devrait être si exclusive, si despotique, si égoïste; et n'eussions-nous jamais étudié les

questions de voies de transport, qu'à l'inspection d'un tel portrait nous eussions cru pouvoir augurer qu'il n'est pas ressemblant.

Ajoutons, d'une part que c'est bien moins comme opérations commerciales, que comme opérations d'intérêt public, que ces questions doivent être envisagées ; d'autre part que si l'on voulait dépouiller les routes, ce qui heureusement pour le pays est impossible (27), il semble que le tort considérable que l'on y ferait à une foule d'intérêts, mériterait bien autant qu'on s'y apitoyât que sur celui qui résulterait de la lutte entre des voies navigables et des chemins de fer.

(67) *Passage n° 9*. Si nos pères eussent calculé comme ce paragraphe, nous n'aurions pas une seule route, car il n'en est pas une qui eût rapporté l'intérêt de sa dépense. Si aujourd'hui les départements, les communes ne projetaient les leurs qu'à de telles conditions, ils n'en construiraient aucune. Et parlerons-nous des autres établissements que nous avons cités, des rues, des places publiques, des promenades, des marchés, des musées, des expositions d'industrie, etc... ? Combien de ces choses

---

(27) Il n'est peut-être pas hors de propos, pour donner une idée de cette impossibilité, de citer un exemple.

Un des canaux les plus fréquentés de France, le canal du Centre, passe par Châlon-sur-Saône et Chagny ; une route royale est dans le même cas, et son tonnage est beaucoup plus élevé que celui moyen de ce canal ; il est double de celui qu'avait, il y a quelques années, le canal du Languedoc. Pense-t-on qu'il serait possible de détourner une portion considérable de ce tonnage au profit du premier ? Nous qui en connaissons les éléments et les causes, nous dirons que, donnât-on aux produits qui le composent, une prime pour le leur faire emprunter, on n'y parviendrait pas pour un dixième, même pour un vingtième. Nous supposons, bien entendu que cette prime serait modérée.

On construit en ce moment un chemin de fer qui passera par ces deux mêmes villes. Eh bien, nous croyons pouvoir assurer que ce chemin, qui enlèvera beaucoup à la route, prendra très-peu au canal ; peut-être moins d'un dixième de ses produits. (Nous ignorons quel en est le poids entre ces deux points, mais nous ne serions pas surpris qu'il fût égal à celui de la route, et d'environ quatre cents tonnes par jour.)

pourtant sont moins utiles que les voies de communication !

Évidemment M. Teisserenc ne voudrait pas faire de tout cela des opérations commerciales ; et cependant le fil qu'il a pris pour guide y conduit. Ce mercantilisme, qu'à coup sûr il repousserait au loin, nous semble, en ce qui touche ces voies, d'un esprit étroit, mesquin, peu prévoyant même, que la France devrait bien laisser à l'Angleterre, à qui elle peut emprunter mieux (28).

Nous ne reviendrons pas ici sur ce que nous avons dit ailleurs de l'étendue, de la grandeur des services indirects, et non soldés par des droits, que rendent les voies de communication, mais nous citerons à ce sujet deux passages relatifs au canal du Languedoc, l'un de M. Dupont de Nemours, l'autre de M. Huerne de Pommeuse.

« Le canal du Languedoc, dit le premier, voiture un commerce de 50 millions par année ; il en est résulté par année 5 millions de bénéfice pour les marchands ; les propriétaires de terres qui, sans lui, n'auraient pas de débouché, ou n'en auraient qu'un mauvais, reçoivent par le service du canal une augmentation de 20 millions de revenu, toute dépense de culture payée. L'état a touché de ces 20 millions de revenus par les tailles et vingtièmes, ou impôts équivalents, au moins 5 millions tous les ans, et 500 millions en un siècle. »

« On voit par cet exposé, dit le second, que le canal du Languedoc donne en six années au commerce, une économie égale au prix de ses constructions ; qu'il a donné

(28) Nous ne songeons pas à parler désobligeamment de l'Angleterre ; chaque nation a ses usages, ses instruments, ses méthodes, et l'on peut, sans agir ainsi, ne pas les approuver tous.

Quelques-uns peut-être diront que le conseil d'écarter des opérations dont il s'agit le mercantilisme, est plus aisé à donner qu'à suivre. Nous répondrons que s'il en est ainsi, ce qui à nos yeux est contestable, on peut tout au moins agir de façon à ce qu'un avenir peu éloigné puisse y remédier.

à l'état, dans le même espace de temps, un bénéfice égal sur les impôts, en ayant donné aux produits agricoles et autres un accroissement annuel d'environ les deux tiers de son prix originaire ; et comme le canal du Languedoc est un des canaux les plus coûteux de France, la comparaison est encore bien plus sensible pour les autres, entre ce qu'ils ont coûté et les bénéfices proportionnels qu'ils ont procurés au commerce, aux exploitations agricoles et métallurgiques, et par conséquent à l'état. Il faut encore ajouter pour celui-ci la considération importante de l'économie sur l'entretien des grandes routes, que tant de transports eussent ruinées. »

(68) *Passage n°* 10. Les idées exprimées dans ce passage ont déjà été émises et examinées plus haut. Nous ne l'avons cité que pour rendre plus manifeste la pensée qui y domine.

(69) *Passage n°* 11. Si nous avons bien compris et expliqué les différences qui existent entre les voies de communication, il est aisé de concevoir que quand l'une d'elles prend place où il n'en existait pas de semblable, elle attire à elle, entre autres choses, ce qui correspond à ces différences et même à leurs nuances, pourvu, bien entendu, que les circonstances et les localités s'y prêtent ; qu'ainsi par exemple quand on place un chemin de fer non loin d'un canal qui, comme presque toute cette variété de voie navigable, est peu accessible à la vitesse, ce chemin tend à l'amener, dans le pays ; que par conséquent il n'est pas exact de dire que ce que la voie de fer gagne, le canal le perd nécessairement ; mais que, cela fût-il vrai, ce ne serait pas un motif pour chercher à plaire à l'un en excluant l'autre, pas plus que l'existence d'une première voie navigable entre Manchester et Liverpool n'en a été un pour empêcher d'y en établir une seconde, pas plus que celle d'une ou de plusieurs routes n'en est un pour faire renoncer à ouvrir un canal ; que ce qui doit servir de règle, ce sont les besoins, besoins dont la présence se révèle par

des symptômes impossibles à méconnaître, à savoir : le degré de fréquentation, la nature et la variété des produits, la vitesse que l'industrie juge à propos de leur donner ; qu'une bonne gestion de la fortune publique ne s'occupe pas seulement des intérêts liés à l'exploitation des deux modes de communication, ni même des trois, mais de tous les intérêts, dont bon nombre, et souvent les mieux méritants, sont ordinairement différents, parfois opposés, et toujours plus nombreux, plus considérables, plus dignes d'attention qu'eux, qui n'ont été créés que pour les satisfaire, pour être leur humble serviteur (29) ; enfin qu'en thèse générale ce serait agir d'après un principe peu exact que de chercher, dans l'établissement des chemins de fer, *à tenir aussi écartés que possible les uns des autres ces voies et les canaux*.

(70) *Passage n° 12.* Partout où il y a concurrence, rivalité d'intérêts, il y a partage, mais presque jamais absorption de clientèle, et cette concurrence, cette rivalité contribuent singulièrement aux progrès, par suite des efforts que chacun fait pour améliorer, perfectionner son industrie ; pour inventer de nouveaux procédés, de nouveaux arts. Où en serait, sans elles, la société ? Sans doute une heure arrive, et elle a sonné pour un certain nombre de contrées, où la manière irrégulière, désordonnée, anarchique dont elles s'exercent, réclame un nouvel ordre de progrès, plusieurs même sans doute. Mais l'exploitation des voies de communication est-elle une des industries qui mérite le plus d'attirer l'attention sous ce rapport, et, si elle l'est, est-ce sur bien des points ? Ensuite est-ce par l'exclusivisme, par le despotisme qu'il faudrait y remédier ? Enfin, quand on jette les yeux sur cette plaie des temps modernes, est-ce tout d'abord sur le sort des

(29) Il n'arrive que trop souvent d'y voir les rôles intervertis et les exploitants régner en véritables despotes :

Laissez-leur prendre un pied chez vous,
Ils en auront bientôt pris quatre.

compagnies qu'il faut s'apitoyer? Quand dans une direction où existe une route plus ou moins fréquentée, on établit ou perfectionne une voie navigable, ne crée-t-on pas des pertes bien autrement fâcheuses et qui engendrent plus de droits à la sollicitude, trop souvent même à la compassion? Il est très-vrai que l'équité commande de protéger tous les intérêts, aussi bien ceux des compagnies que ceux des individus isolés; mais il ne l'est pas moins qu'elle commande plus spécialement encore, quand on ne peut les sauvegarder tous, de commencer par ceux du plus grand nombre, ceux des masses, ceux des malheureux, ceux de tout ce qui a peu le moyen de se défendre.

L'ensemble des voies de communication constitue tout un cortége dans lequel le plus modeste sentier lui-même joue un rôle à côté du chemin de fer. Et aujourd'hui pour demain les ballons viendraient y prendre place et créer une concurrence sûre et commode qu'ils n'en expulseraient aucun membre : pas plus que dans l'alimentation, le froment n'a expulsé le seigle, l'orge, le maïs, le sarrasin, etc., que la pomme de terre n'a expulsé ces graminées, ni la carotte, la rave, le navet, etc., pas plus que dans les vêtements le lin n'a expulsé la laine, le chanvre la laine et le lin, la soie tous ceux-ci, etc. Dans chaque ordre de conceptions, d'agents, d'outils, d'instruments, de besoins, etc., il y a place sur un même point non-seulement pour tout ce qui n'est pas identique à ce qui s'y trouve, mais souvent encore pour ce qui y est identique, il suffit pour cela de certaines conditions dont on voit des exemples dans de grands foyers.

A l'égard du principe de la parité des services et de ses accessoires, nous ne pouvons redire tous les faits et considérations qui en démontrent, sinon l'erreur, tout au moins l'exagération ; nous y sommes déjà revenu assez souvent. Cependant une longue expérience nous ayant appris que la mise en pratique de cette pensée de Napoléon : *La fi-*

gure de rhétorique la plus utile est la répétition, ne conduit qu'à de bons résultats, et tout au moins, ne peut nuire; nous en rappellerons quelque chose.

Pour traiter convenablement un sujet, et surtout un sujet aussi important que les voies de transport, il faut l'examiner d'abord sous toutes ses faces, puis sous leur ensemble, et enfin envisager cet ensemble d'un point de vue élevé, d'où, sans qu'aucune soit masquée, celles qui, en définitive, méritent le plus l'attention, soient cependant plus en relief.

Quand on s'occupe des instruments de circulation d'un pays, il est essentiel aussi d'étudier les éléments de sa prospérité, et le rôle relatif qu'ils y jouent. C'est le seul moyen de reconnaître, d'une part si, pour le moment, c'est bien sur eux qu'il importe de porter sa sollicitude; de l'autre quels services il importe plus de leur demander, et par suite quels sont ceux par lesquels il est le plus utile de commencer.

Semblables en cela à la plupart des instruments, ils ont pour objet principal de donner à la société le moyen de subvenir à des nécessités, de contenter des appétits, de se procurer des satisfactions, des plaisirs, des jouissances, qui tous peuvent être classés sous un même nom, celui de *besoins*, et qui, suivant les nations, les individus qui les composent, le pays, le sol, le climat, désignent des choses, là, plus ou moins impérieuses, ici, plus ou moins indifférentes, là plus ou moins nombreuses, ici plus ou moins rares, là, plus ou moins diverses, ici plus ou moins semblables, etc., etc.; des choses qui ont en outre des propriétés à elles, la plupart plus ou moins distinctes, beaucoup très-différentes, et parfois opposées, etc. Il est donc évident que la nature de ces besoins doit exercer une influence très-grande sur le rôle qu'ils sont destinés à remplir. L'Asie, par exemple, est habitée par des populations en général peu actives, disposées à la mollesse, dont un

des *besoins* dominants est la tranquillité, le repos. On y créerait des chemins de fer, qu'ils y rendraient de médiocres services, attendu que la rapidité qui en est la propriété principale, n'y est pas un besoin, ou ne l'est qu'exceptionnellement. Il se pourrait cependant qu'ils y voiturassent tous les produits, qu'ils y remplissent toutes les tâches qu'ils remplissent chez les peuples auxquels ils sont le plus utiles; mais pour le plus grand nombre ils ne le feraient qu'à un degré très-faible; et il est clair que l'énorme dépense qu'ils coûtent y pourrait être employée à doter le pays d'institutions ou d'instruments bien mieux appropriés aux circonstances, et par suite beaucoup plus utiles. Les États-Unis, au contraire, sont un pays où le *besoin* de la locomotion est poussé jusqu'à l'état fébrile; ces chemins y devaient donc avoir un succès prodigieux. Et cependant il s'en faut que pour tous les états de la confédération ils soient un besoin.

Si, après avoir considéré les voies de transport sous le rapport des services qu'elles sont appelées à rendre, on les envisage sous celui des caractères qui les distinguent, et qui font de chacune d'elles ce qu'elle est, et qui font que leurs variétés elles-mêmes diffèrent, on reconnaît encore que, ne fût-ce que par suite de ces caractères, les différentes natures de produits ont des tendances plus ou moins prononcées à préférer une espèce de voie à une autre, et même telle variété à telle autre, et cette propriété est si générale pour tout ici-bas que l'on peut assurer, avant même de connaître les avantages et les inconvénients du procédé atmosphérique, que si les chemins de fer étaient d'une construction et d'un entretien peu coûteux, on verrait dans plus d'une circonstance, ce procédé faire concurrence à l'autre, que l'on peut même dire qu'il ne serait pas impossible que cela se vît avant longtemps, là où la circulation est énorme, comme par exemple entre Manchester et Liverpool.

Il nous paraît donc de toute évidence que, bien que chaque espèce de voie se prête à tous les transports, à tous les services, il s'en faut de beaucoup qu'elles s'y prêtent *également bien*.

Quand on se demande s'il convient d'établir quelque part une espèce de voie, la boussole à consulter est l'ensemble des besoins des localités qu'elle doit réunir et de celles qu'elle doit traverser. Mais y a-t-il moyen de connaître cet ensemble? Si l'on s'en rapporte au dire de chacun, il n'y a pas de petit pays, tel peu important soit-il, qui n'ait, lui et tout ce qui l'entoure, jusqu'au point où il désire voir aboutir cette voie, tous les besoins. Mais heureusement il n'est pas nécessaire de consulter le dire de chacun; ces besoins se décèlent par des symptômes clairs, précis, irrécusables.

Si une contrée qui n'aurait pas même de sentiers mettait en avant, pour obtenir des routes, l'existence de ces besoins, ne serait-on pas en droit de lui dire que cette existence est incompatible avec la privation de l'instrument sans lequel ils ne sauraient être satisfaits? Si un pays qui n'aurait que des sentiers et peu ou point de routes fréquentées élevait des prétentions à une voie navigable, il ne serait pas mieux fondé; il en serait de même de celui qui, privé d'une voie navigable très-suivie, demanderait un chemin de fer.

L'Angleterre et le pays de Galles sont pourvus abondamment de tous les genres de voie de communication connus. Là ce n'est pas le gouvernement qui détermine l'emplacement de ces instruments; on ne peut donc dire que c'est à la faveur qu'ils les doivent. Mais là, comme sur certains points de la France et d'autres pays, il s'est trouvé des populations, des individus ne craignant pas leur peine, s'ingéniant à améliorer sans cesse leur position, à créer des richesses, et à en ajouter d'autres à celles-là, c'est-à-dire à produire ce qui contribue le plus à engendrer et à satis-

faire de nouveaux besoins; mais là il s'est trouvé des localités plus favorablement situées que d'autres. Il en a donc été de ces contrées ce qu'il en est des individus qui doivent en majeure partie ce qu'ils sont à la façon dont ils ont su se conduire, à la manière dont ils ont mis en pratique la maxime : Aide-toi, le ciel t'aidera.

(71) Il nous semble en résumé que les passages que nous venons d'examiner ont le défaut de ne pas embrasser un cadre assez vaste, d'envisager trop exclusivement comme une spéculation commerciale, l'exploitation des voies de transport, enfin de donner trop d'importance au fait que les voies navigables et les chemins de fer sont virtuellement en état de voiturer tout ce qui peut l'être, et pas assez à celui qu'entre deux virtualités il y a un grand nombre de circonstances qui font que c'est tantôt l'une, tantôt l'autre qui doit l'emporter.

Nous engageons nos confrères à faire part aussi au public du fruit de leurs études sur les questions que nous venons de traiter. Elles sont d'un grand intérêt pour le pays, et c'est surtout aux ingénieurs qui par état en ont l'esprit plus ou moins souvent préoccupé, qu'il appartient de les élucider.

Châlon-sur-Saône, le 5 octobre 1844.

N° 1. — TABLEAU *des différents produits du sol de la France; d'après les documents publiés par MM. Peuchet, Montalivet, Chaptal et Dupin.*

1	2	3	4	5	6	7
DÉSIGNATION DES PRODUITS.	PRODUIT total réduit en tonneaux de 1 000 kilog.	QUANTITÉ consommée sur place par les agents de l'agriculture, estimés à 21 000 000 habitants.	QUANTITÉ en circulation.	MOYENS ACTUELS DE TRANSPORT par les rivières et les canaux terminés au 1er avril 1828.	par les voitures des campagnes, ou petit roulage.	par le grand roulage.
Produits agricoles.	tonn.	tonn.	tonn.	tonn.	tonn.	tonn.
1. Céréales, froment, seigle, méteil, orge, sarrasin, pommes de terre.	8 559 401	5 706 266	2 853 135	285 318	1 711 878	855 939
2. Vins et eaux-de-vie	3 880 000	2 586 667	1 293 333	129 336	775 998	387 999
3. Bière, cidre, poiré	1 252 656	1 002 125	250 531	25 054	150 318	75 159
4. Beurre, fromages secs	162 000	108 000	54 000	5 400	32 400	16 200
5. Huiles de toute espèce	65 000	26 000	39 000	3 900	11 700	23 400
6. Volailles, œufs, poissons, gibier, miel, fruits, légumes secs	450 000	300 000	150 000	15 000	90 000	45 000
7. Chanvre et lin	38 677	19 339	19 338	1 940	11 599	5 799
8. Laines	46 000	»	46 000	4 600	27 600	13 800
9. Cocons	5 150	»	5 150	258	257	4 635
10. Tabacs	5 740	570	5 170	258	1 551	3 361
11. Bois de chauffage, 27 615 230 stères, en tonn.	22 865 410	7 621 803	15 243 607	1 524 366	10 670 520	3 048 720
12. Bois de charpente, 1/10 pour les constructions publiques, et la moitié du surplus en circulation	2 452 069	980 828	1 471 241	147 126	882 744	441 372
13. Fourrages en circulation pour 250 000 chevaux	40 848 358	39 479 608	1 368 750	136 875	1 095 000	136 875
14. Avoine	1 300 000	870 000	430 000	43 000	258 000	129 000
15. Sel, alun, salpêtre, acides	350 000	20 000	330 000	66 000	165 000	99 000
16. Suifs et cire	95 000	50 000	45 000	4 500	27 000	13 500
17. Harengs, sardines, morue, huile de morue et de baleine	20 000	»	20 000	4 000	4 000	12 000
18. Houille	2 000 000	200 000	1 800 000	360 000	720 000	720 000
19. Peaux de toute espèce	56 280	»	56 280	280	39 200	16 800
20. Moellons, pierres de taille, marbres, ardoises, briques, tuiles, carreaux, sables, chaux, plâtres, argiles	27 390 000	13 695 000	13 695 000	1 369 500	8 217 000	4 108 500
21. Mines, minerai, scories	200 000	»	200 000	20 000	180 000	»
22. Engrais de toute espèce	60 000 000	54 000 000	6 000 000	600 000	5 400 000	»

N° 2. — TABLEAU *des différents produits industriels de la France, dressé d'après les mêmes documents que le tableau précédent.*

1	2	3	4	5	6	7
DÉSIGNATION DES PRODUITS.	PRODUIT total réduit en tonneaux de 1 000 kilog.	QUANTITÉ consommée ou fabriquée sur place par les agents de l'agriculture, estimés à 21 000 000 h.	QUANTITÉ en circulation.	MOYENS ACTUELS DE TRANSPORT — par les rivières et les canaux terminés au 1er avril 1828.	par les voitures des campagnes, ou petit roulage.	par le grand roulage.
Produits manufacturés.	tonn.	tonn.	tonn.	tonn.	tonn.	tonn.
1. Fonte en gueuse et fonte moulée.	160 000	60 000	100 000	10 000	60 000	30 000
2. Fers forgés, aciers, tôles.	120 000	»	120 000	6 000	68 400	45 600
3. Cuivre, plomb, vitriol, etc.	7 000	»	7 000	200	680	6 120
4. Cuirs de toute espèce.	62 000	»	62 000	6 200	37 200	18 600
5. Lainages de toute espèce.	30 000	»	30 000	3 000	18 000	9 000
6. Cotonnades.	12 000	»	12 000	1 200	7 200	3 600
7. Toiles de chanvre et de lin.	26 000	13 000	13 000	1 800	7 800	3 400
8. Soieries.	4 416	»	4 416	220	1 398	2 798
9. Chiffons.	14 000	»	14 000	1 400	9 800	2 800
10. Papeteries.	10 500	»	10 500	500	5 000	5 000
11. Carrosserie, sellerie.	1 000	»	1 000	100	200	700
12. Chapellerie.	2 500	»	2 500	120	1 190	1 199
13. Savonnerie.	15 000	»	15 000	1 500	4 500	9 000
14. Ebénisterie.	2 000	»	2 000	200	1 200	600
15. Poterie, faïence, porcelaine, verrerie, glaces, etc.	160 000	»	160 000	16 000	112 000	32 000
16. Sucre de betteraves.	3 000	»	3 000	300	900	1 800
TOTAUX.	629 416	73 000	556 416	48 740	335 468	172 208
Importations.						
17. Sucre, café, chocolat, thé.	60 000	»	60 000	6 000	18 000	36 000
18. Cotons, laines, cuirs, soieries, tabacs, drogues, bois de teinture.	60 000	»	60 000	6 000	18 000	36 000
19. Fromages, vins, liqueurs, épiceries.	5 400	»	5 400	540	1 620	3 240
20. Toileries, cotonnades, lainages, rubans, taillanderies, quincailleries	2 000	»	2 000	200	600	1 200
21. Sucre provenant des raffineries.	30 000	»	30 000	3 000	14 000	13 000
TOTAUX.	157 400	»	157 400	15 740	52 220	89 440
Produits manufacturés, comme ci-dessus.	629 416	73 000	556 416	48 740	335 468	172 208
TOTAUX GÉNÉRAUX.	786 816	73 000	713 816	64 480	387 688	261 648

N° 121.

NOTES DIVERSES

Sur les chemins de fer, en Angleterre, en Belgique, et en France;

Par M. Ad. JULLIEN, Ingénieur en chef directeur de la première division du chemin de fer de Paris à Dijon.

La question des chemins de fer préoccupe aujourd'hui tous les esprits.

Des renseignements exacts, puisés à des sources authentiques, sur le coût de construction de ces chemins, sur les recettes et sur les dépenses de leur exploitation, sur les produits nets des chemins déjà ouverts, et sur la manière d'évaluer les produits probables des chemins à ouvrir, nous ont paru pouvoir offrir quelque intérêt; mais le temps nous a manqué pour réunir ces renseignements dans un ouvrage complet et suivi, et nous les publions, comme nous les avons recueillis, sous forme de notes détachées, n'ayant entre elles d'autre liaison que celle du sujet auquel elles se rapportent : notre excuse est dans l'opportunité de la question.

Ces notes sont au nombre de quatre.

La première est relative aux dépenses qu'a nécessitées, ou que nécessitera, le premier établissement des grandes lignes de chemins de fer, en Angleterre, en Belgique, et en France.

La deuxième est relative aux tarifs admis sur les chemins de fer, dans les trois pays, et aux recettes brutes que ces tarifs ont produites.

La troisième s'applique aux dépenses qu'entraînent l'exploitation et l'entretien des chemins de fer.

La quatrième, enfin, indique les produits nets de quelques chemins de fer existants, et établit les éléments qu'il est nécessaire de connaître, et les bases que l'on peut admettre, pour évaluer approximativement les produits probables d'un chemin à ouvrir.

Les ouvrages, dans lesquels nous avons recueilli les renseignements que nous publions ici, sont :

1° Un écrit très-remarquable et très-complet de M. Perrot, membre de la Commission centrale de statistique de Bruxelles, *sur les chemins de fer belges* (janvier 1844).

2° Le rapport présenté aux chambres législatives, le 12 avril 1843, par M. le ministre des travaux publics de Belgique.

3° Le rapport du comité des chemins de fer en Angleterre (24 mai 1844).

4° Les rapports annuels adressés à leurs actionnaires par les conseils d'administration de quelques chemins de fer français.

5° Le *Journal des chemins de fer.*

6° Un petit écrit de M. Félix Vernes, banquier à Paris, intitulé : *Notes comparatives sur les chemins de fer en Angleterre et en France.*

NOTE N° 1.

—

DES DÉPENSES

QU'A NÉCESSITÉES, OU QUE NÉCESSITERA, LA CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER, EN ANGLETERRE, EN BELGIQUE, ET EN FRANCE.

1° *Des chemins de fer belges.*

Les chemins de fer belges, dit M. Perrot, qui devaient coûter 100 000 fr. par kilomètre à une voie, sans les intérêts des capitaux, le matériel, ni une partie des bâtiments, et environ 180 000 fr., en comptant les intérêts des capitaux, le matériel, tous les bâtiments, et le doublement de la voie sur les trois quarts des routes, coûteront 300 000 fr. par kilomètre, lorsqu'ils seront entièrement achevés, et que le matériel nécessaire à l'exploitation sera tout à fait complété (1).

Les prix de ces chemins de fer ont varié beaucoup, comme cela devait être, avec les difficultés que l'on a rencontrées dans leur exécution; ainsi, nous voyons, page 32 de l'ouvrage de M. Perrot, que le chemin d'Ans à Liége, de 6 kilomètres de longueur, a coûté par kilomètre, (en y comprenant les plans inclinés). . 969 758 f.

Celui de Liége à la frontière, de 40 kilomètres, a coûté par kilomètre. 633 562

Celui de Louvain à Tirlemont, de 18 kilomètres, a coûté par kilomètre. 309 941

Tous les autres chemins construits en Belgique paraissent avoir coûté moins de 300 000 fr. par kilomètre.

---

(1) Sur cette dépense de 300 000 fr. par kilomètre, on compte environ 22 500 fr. pour les intérêts à 5 pour 100, pendant dix-huit mois, des fonds consacrés à l'exécution des travaux (page 21).

Les trois chemins les moins chers sont les suivants :

Celui de Landen à Saint-Trond, de 10 kilomètres, qui a coûté par kilomètre. . . . . 139 591 f.

Celui de Gand à Bruges, de 45 kilomètres, qui n'a coûté par kilomètre que. 119 176

Et celui de Gand à Courtray, de 44 kilomètres, qui n'a coûté, toujours par kilomètre, que. 102 805

Ces trois derniers chemins ne sont qu'à une seule voie, et n'ont offert aucune difficulté d'exécution.

Si l'on veut évaluer le coût moyen des chemins de fer belges, en faisant abstraction des trois lignes qui ont donné lieu à des dépenses extraordinaires et exceptionnelles, on le pourra approximativement de la manière suivante :

Puisque les chemins de la Belgique qui étaient, ou achevés, ou en cours d'exécution, lors de la publication de l'ouvrage de M. Perrot, offrent ensemble un développement de 559 kilomètres, et puisqu'ils doivent coûter en moyenne 300 000 fr. le kilomètre, il s'ensuit que le capital relatif à leur construction a été, ou sera, de :

559 kilomètres × 300 000 fr. =. . . . . 167 700 000 f.

Si nous déduisons de cette somme les prix des trois chemins exceptionnels dont nous avons parlé tout à l'heure, savoir :

Chemin d'Ans à Liége de	6k	5 818 548 f.	
Chemin de Liége à la frontière de.	40	25 342 477	
Chemin de Louvain à Tirlemont de.	18	5 578 949	
Totaux.	64	36 739 974	36 739 974

Il restera pour le coût des (559—64) 495 kilomètres de chemins placés dans des circonstances ordinaires. . . . . 130 960 026 f.

Et la dépense, par kilomètre moyen, pourra être estimée à $\frac{130\,960\,026}{495}$ = ... 264 565 f.

Si l'on retranche de cette somme les intérêts, à 5 pour 100, perdus pendant l'exécution des travaux, c'est-à-dire pendant un an et demi, soit. 19 842

(intérêts qui, contrairement à nos usages en France, ont été compris en Belgique dans le chiffre de la dépense des chemins de fer), il viendra pour le coût moyen du kilomètre de chemin de fer belge ordinaire, abstraction faite des intérêts des fonds affectés à la construction, et en laissant en dehors tous les chemins exceptionnels. 244 723 f.

Soit, en nombre rond. . . . . 245 000 f.

Si l'on veut bien remarquer que les chemins belges ne sont pas tous à deux voies, que ces chemins, si l'on en distrait les trois lignes exceptionnelles mentionnées ci-dessus, sont établis sur un sol qui n'a exigé, ni terrassements, ni travaux d'art considérables, on reconnaîtra, avec nous, que le chiffre moyen de 300 000 fr. par kilomètre, généralement admis pour le prix probable des grands chemins à construire en France, est certainement trop faible.

Voici, du reste, quelques détails curieux que donne M. Perrot sur les diverses parties des dépenses relatives à la construction et à la mise en exploitation des chemins de fer belges.

La moyenne des dépenses pour les acquisitions de terrains a été en Belgique, par kilomètre, de. . . 44 837 fr.

Les rails qui devaient peser 19 kilog. 1/2 par mètre courant, d'après les devis primitifs, ont été fabriqués d'abord au poids de 22 kilogrammes par mètre; maintenant ils sont

uniformément, en moyenne, de 26 kilogrammes par mètre courant de rail.

Quant au prix des fers, on avait supposé primitivement que les rails pris en Belgique coûteraient 400 fr. la tonne; en 1836, on admit que les rails pourraient coûter jusqu'à 450 fr. la tonne.

Ces prix ont, en effet, été atteints, et même dépassés en 1837, mais à partir de 1838, une réaction sur les prix a commencé à se faire sentir, et les prix sont descendus, en 1838, de 426 fr. à 340 fr. la tonne; en 1840, ils sont tombés jusqu'à 239 fr., et il y a eu depuis des adjudications au-dessous de 200 fr.

Une baisse proportionnelle a eu lieu, en même temps, sur les prix des coussinets, des chevilles et des clavettes.

En moyenne, les rails employés n'auront pas coûté plus de 310 à 320 fr. la tonne de 1 000 kilogrammes.

Les billes en bois blanc qui avaient d'abord été employées, ont dû être remplacées partout par des billes en chêne (nous avons, à cet égard, cité un passage curieux de l'ouvrage de M. Perrot, dans un article des *Annales des ponts et chaussées*, cahier de juillet et août 1844; nous ne le reproduirons pas ici).

Les bâtiments des stations ont exigé une dépense de plus de 9 millions, ou trois fois ce qui avait été porté dans les devis primitifs.

La station centrale de Malines, dit M. Perrot, ne renferme rien de trop; on ne peut pas accuser les ingénieurs d'avoir déployé dans la construction des bâtiments un luxe inutile, et cependant cette station a coûté à elle seule autant que MM. Simons et de Ridder portaient dans leurs devis de 1833, pour toutes les stations d'Anvers à Bruxelles, et d'Ostende à la frontière de Prusse.

Enfin, le matériel roulant des chemins belges, c'est-à-dire les locomotives et leurs tenders, les voitures et les waggons de toutes espèces, avait coûté, à la fin de 1843,

la somme de 19 000 000 fr., pour une longueur de 559 kilomètres de chemins de fer, soit par kilomètre, 34 000 fr., et M. Perrot dit qu'un nouveau crédit est indispensable, mais il n'en fixe pas le montant.

2° *Des chemins de fer anglais.*

Nous trouvons, dans le rapport du comité des chemins de fer, en Angleterre, des renseignements sur les chemins anglais analogues à ceux que M. Perrot nous a fournis pour les chemins belges.

Ainsi, les 49 grands chemins de fer destinés aux transports des voyageurs et des marchandises, actuellement terminés, représentant une longueur de 1 750 milles anglais, ou de 2 815 kilom., 750 mètres ont coûté ensemble :

60 129 000 liv. st., ou en francs (à 25fr.20 la livre sterling). . . . . 1 515 250 800 f.

Le coût moyen de ces chemins de fer a donc été, par kilomètre, de. . . . . . . 538 134 f.

M. Perrot indique ainsi, d'après les derniers comptes rendus des compagnies, les prix de quelques-unes des principales lignes d'Angleterre (2) :

	kilom.		liv. st.		fr.
Le railway de Manchester à Leeds de	82	a coûté	3 125 696	soit par k.	952 950
Celui de Londres à Brighton de. .	74		2 634 058		889 875
Celui de Londres à Bristol de. . .	190		6 651 928		875 250
Celui d'Eastern-Counties de. . .	81		2 700 137		833 375
Celui de Londres à Birmingham de	181		5 953 831		822 350
Celui de Liverpool à Manchester de	50		1 578 602		789 800
Celui de North-Midland de. . . .	117		3 222 951		709 900
Celui d'Édimbourg à Glascow de. .	74		1 569 887		530 375
Celui de Londres à Southampton de	150		2 588 984		431 475
Celui du Great-Junction de.	182		2 375 135		326 250
Celui de Glascow à Ayr de.	82		1 029 663		313 925
Celui de Newcastle à Carlisle. . . .	97		1 070 232		275 850

Les droits payés, en Angleterre, pour obtenir du parlement des lois de concessions sont considérables.

(2) Il est possible que ces prix aient un peu augmenté depuis la publication de l'ouvrage de M. Perrot, attendu que plusieurs des chemins qu'il cite n'étaient pas complétement terminés en 1842.

Le rapport du comité des chemins de fer les estime, pour les chemins du Great-Western, et de Manchester à Leeds, à 1 000 liv. st. par mille anglais, ou à 15 660 fr. par kilomètre de longueur de chemin.

Pour le chemin de Londres à Brighton, cette dépense s'est élevée à 3 000 liv. st. par mille anglais, ou à 46 980 fr. par kilomètre; ce chiffre est consigné, page 38 de l'appendice au rapport du comité des chemins de fer anglais.

46 980 fr. par kilomètre, c'est le septième, ou 14 pour 100, du prix de certains chemins de fer en France.

Les terrains acquis pour les chemins de fer anglais sont revenus, en moyenne, en y comprenant toutes les indemnités, à environ 70 000 fr. par kilomètre.

Cette partie de la dépense s'est élevée pour quelques chemins, notamment pour ceux de Londres à Brighton, de Londres à Birmingham, et de Londres à Bristol, à 100 000 fr. par kilomètre; pour d'autres elle est descendue au-dessous de 50 000 fr.

Les fers pour les rails, en Angleterre, ont été achetés à 25 ou 30 pour 100 au-dessous des prix payés en Belgique; dans ces derniers temps les usines du pays de Galles fournissaient même les rails à 5 liv. st., ou à 125 fr. le tonneau de 1 016 kilogrammes (3).

Nous regrettons de ne pas pouvoir donner ici plus de détails sur les dépenses qu'ont entraînées la construction et la mise en exploitation des chemins de fer anglais; mais nous n'avons pu nous procurer, à cet égard, des renseignements plus étendus que ceux qui précèdent.

(3) Le prix des rails est aujourd'hui, en France, d'environ 325 fr. la tonne; le plus bas prix des rails anglais paraît avoir été de 125 fr. la tonne; différence par tonne, 200 fr.

Le poids d'un mètre courant de rail étant d'environ 30 kilogrammes, soit pour une voie, de 60 kilogrammes, soit pour deux voies, de 120 kilogrammes par mètre courant, soit de 120 tonnes par kilomètre, il s'ensuit que si les fers se vendaient en France au même prix qu'en Angleterre, on aurait, sur le coût des chemins de fer, par kilomètre, et sur les rails seulement, une réduction de 24 000 fr.

3° *Des chemins de fer français.*

Nous n'avons pas construit encore assez de chemins de fer en France, pour pouvoir établir une moyenne des dépenses de construction, par kilomètre, qui puisse avoir quelque valeur pour l'avenir.

Nous dirons seulement :

1° Que le chemin de Bâle à Strasbourg, de 141 kilomètres de longueur, a coûté. . . . . 45 000 000 f.

Soit environ 320 000 fr. par kilomètre (4).

2° Que le chemin de Paris à Orléans, de 133 kilomètres de longueur, y compris l'embranchement de Corbeil, a coûté pour sa construction et sa mise en exploitation, ci. . . . . 48 952 968 f.

Soit par kilomètre moyen. 368 500

Non compris les intérêts, à 4 pour 100 l'an, payés aux actionnaires pendant la durée des travaux.

3° Que le chemin de Paris à Rouen, de 128 kilomètres, a coûté d'après le dernier compte rendu aux actionnaires, du 31 octobre 1844. . . . . 51 783 591 f.

Soit par kilomètre moyen. 404 560

4° Que le prix de 300 000 fr. par kilomètre, généralement admis pour les chemins qui sont à construire en France, est évidemment faible, et que la dépense moyenne de ces chemins de fer ne s'élèvera pas, selon nous, à moins de 350 à 400 000 fr. par kilomètre.

Nous ferons remarquer, d'ailleurs, qu'il arrive aujourd'hui en France, ce qui est arrivé il y a quelques années en Belgique, pour les rails et les coussinets ; c'est-à-dire que les prix des fers et des fontes ont considérablement baissé depuis que nos grandes usines, comprenant la tâche

---

(4) Le chiffre de 45 000 000 fr. que nous avons pris dans l'ouvrage de M. Perrot est trop élevé ; mais nous ne savons pas, au juste, par quel chiffre il conviendrait de le remplacer; nous croyons cependant savoir que le prix réel du chemin de Bâle à Strasbourg n'a pas été par kilomètre de plus de 300 000 fr.

qui leur est imposée, ont donné à leur fabrication un développement inespéré ; ainsi les rails que la compagnie d'Orléans a payés, il y a trois ou quatre ans; 392 fr. la tonne. se vendent, aujourd'hui, au prix de.. . 325

Les coussinets qui valaient alors. . . 307
ne se vendent aujourd'hui que. 225
avec les mêmes conditions de transport et de fabrication.

Le mètre courant de simple voie qui est revenu, sur la ligne d'Orléans, non compris le ballast, à 45 fr., ne doit pas coûter aujourd'hui plus de 38 à 40 fr.

La dépense de 368 500 fr. par kilomètre qui a eu lieu sur le chemin de Paris à Orléans, pour sa construction et sa mise en exploitation, peut se résumer, et se subdiviser ainsi, en ayant égard à la classification dans les dépenses, adoptée par la loi du 11 juin 1842.

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES, par kilomètre, d'après la loi du 11 juin 1842, à la charge de l'état.	à la charge des compagnies.
	fr.	fr.
1° Administration centrale et personnel.	7 500	6 000
2° Acquisitions de terrains et indemnités de toute espèce (5).	54 000	»
3° Terrassements.	62 000	»
4° Ballast.	»	16 500
5° Travaux d'art.	34 000	»
6° Établissement des voies principales.	»	90 000
7° Voies accessoires, plates-formes et changements de voies.	»	12 500
8° Gares de voyageurs et de marchandises, ateliers et dépôts de machines.	36 000	»
9° Dépenses diverses pour l'alimentation des machines, les clôtures, haies vives, semis de talus, etc.	»	6 000
10° Matériel d'exploitation, outillage des ateliers, mobiliers des gares de voyageurs et de marchandises (6).	»	44 000
Totaux.	193 500	175 000
Ensemble comme ci-dessus.	368 500 fr.	

(5) Ce prix moyen ne saurait être admis comme terme de comparaison

Il n'est pas inutile de remarquer ici que l'on a eu, sur le chemin d'Orléans, trois grandes gares à construire, à Paris, à Orléans, et à Corbeil, tandis que sur d'autres chemins de pareils établissements seront probablement moins importants, ce qui devra apporter une réduction notable dans le prix moyen des stations par kilomètre, et dans le prix moyen, également par kilomètre, des voies accessoires, des plates-formes tournantes, et des changements et croisements de voies.

---

avec d'autres chemins qui n'auraient pas, comme celui d'Orléans, une entrée dans Paris : c'est un prix qui doit varier considérablement avec les localités que l'on traverse.

Pour plus d'exactitude, nous aurions peut-être dû le remplacer par les chiffres suivants :

Le prix d'un kilomètre dans Paris, compris la gare des voyageurs et ses dépendances, a été de	1 000 000 f.	fr.
Soit pour un kilomètre.		1 000 000
Le prix d'un kilomètre entre Paris et Corbeil a été (vu la valeur des terrains aux abords de Paris et la traversée d'un grand nombre de parcs et de propriétés précieuses), de.	100 000 f.	
Soit pour 30 kilomètres de longueur.		3 000 000
Le prix d'un kilomètre entre Juvisy et Dommerville, y compris la traversée d'Étampes, a été de	44 000 f.	
Soit pour 52 kilomètres de longueur.		2 288 000
Le prix d'un kilomètre entre Dommerville et Orléans, y compris 12 hectares acquis aux abords d'Orléans pour l'établissement des gares et de leurs dépendances, a été de.	17 740 f.	
Soit pour 50 kilomètres de longueur.		887 000
Total pour les deux lignes réunies sur une longueur totale de 133 kilomètres, non compris les excédants qui sont à revendre.		7 175 000

(6) Nous avons calculé le prix moyen du kilomètre en répartissant la dépense totale de cet article sur 133 kilomètres seulement. Or, comme les lignes de Corbeil et d'Orléans sont, pour leur exploitation, complétement distinctes l'une de l'autre : comme elles se desservent par des convois spéciaux, il a fallu acquérir, pour l'exploitation de ces deux lignes, le même matériel que si le chemin de Corbeil n'avait eu avec celui d'Orléans aucune partie commune; c'est-à-dire que la ligne totale exploitée est réellement de 152 kilomètres (la distance de Paris à la fourche de Juvisy étant de 19 kilomètres), ce qui ne fait ressortir le prix réel du matériel et des mobiliers, par kilomètre moyen, qu'à 38 500 fr.

En résumé, la dépense par kilomètre, que la loi du 11 juin 1842 a mise à la charge des compagnies, ne pourra guère varier que dans des limites assez peu étendues, suivant les besoins de la circulation qui s'opérera sur chaque ligne; suivant l'importance du matériel roulant que l'on voudra créer; suivant le nombre des plates-formes tournantes, des changements et croisements de voies que l'on croira devoir établir, etc., etc.

Cette dépense, en ne considérant toujours, bien entendu, que les grandes lignes de voyageurs à double voie, restera toujours comprise, en prenant des limites très-larges, entre 120 et 180 000 fr. le kilomètre.

Tandis que la dépense mise à la charge de l'état, par cette même loi du 11 juin 1842, pourra varier considérablement pour chaque chemin, c'est-à-dire de 100 à 800 000 fr. par kilomètre, si nous en jugeons, comme cela doit être, par ce qui s'est passé en Angleterre et en Belgique.

NOTE N° 2.

—

DES TARIFS

ADOPTÉS, ET DES RECETTES BRUTES OPÉRÉES, SUR LES CHEMINS DE FER, EN ANGLETERRE, EN BELGIQUE, ET EN FRANCE.

Sur les chemins de fer anglais, les tarifs légaux sont d'environ :

Par voyageur et par kilomètre	dans une voiture couverte. . .	0fr..23
	dans une voiture découverte. .	0fr..16

Mais ces tarifs sont si élevés, dit le comité des chemins de fer, dans son rapport (du 24 mai 1844), qu'ils n'ont généralement pas pu recevoir d'application. et que les lois de concession peuvent être considérées comme ayant accordé, par le fait, aux compagnies, une liberté illimitée dans la fixation de leurs prix de transport.

Les tarifs moyens réellement perçus, sur les chemins de fer anglais, pendant l'année 1842, ont été, d'après le rapport en question :

	deniers.		fr.	
Pour les voyageurs de 1re cl. de	2.727	par mille ou de	0.178	par kilom.
Pour les voyageurs de 2e cl. de	1.745	par mille ou de	0.1138	par kilom.
Pour les voyageurs de 3e cl. de	1.151	par mille ou de	0.075	par kilom.

La répartition des voyageurs dans les trois classes de voitures s'est d'ailleurs opérée ainsi qu'il suit :

18.4 pour 100 dans la 1re classe.
46 pour 100 dans la 2e classe.
35.6 pour 100 dans la 3e classe.

100 00

Cent voyageurs, parcourant un kilomètre, ont donc produit ensemble moyennement 11fr..18, savoir :

voyag.		fr.
18.4	de 1re classe à 0.178 l'un.	3.2752
46	de 2e classe à 0.1138 l'un.	5.2348
35.6	de 3e classe à 0.075 l'un.	2.6700
Total de la recette par kilomètre pour 100 voyag.		11.1800

Et la moyenne générale du tarif des voyageurs a été ainsi sur les chemins anglais, en 1842, par voyageur et par kilomètre, de

$$\frac{11^{fr.}.18}{100} = 0^{fr.}.1118.$$

Sur les chemins de fer belges, pendant ces dernières années (*voir* l'ouvrage de M. Perrot, page 76), la répartition des voyageurs dans les trois classes de voitures s'est opérée ainsi qu'il suit :

10 pour 100 dans la 1re classe.
27 pour 100 dans la 2e classe.
63 pour 100 dans la 3e classe (7).

Les tarifs étant d'ailleurs en Belgique, par voyageur et par kilomètre,

	fr.
Pour la 1re classe de.	0.074
Pour la 2e classe de.	0.056
Pour la 3e classe de.	0.034

cent voyageurs payent ensemble, moyennement, par kilomètre, 4fr..394, savoir :

		fr.	fr.
10	voyageurs de 1re classe à	0.074 l'un	0.740
27	voyageurs de 2e classe à	0.056 l'un	1.512
63	voyageurs de 3e classe à	0.034 l'un	2.142
Total par kilomètre pour 100 voyageurs.			4.394

(7) En Belgique, la 3e classe de voitures est couverte, tandis qu'en Angleterre elle est découverte, et les voyageurs n'y sont même pas toujours assis ; de là, surtout, vient probablement que cette 3e classe est beaucoup plus recherchée en Belgique qu'en Angleterre.

Ce qui fait revenir le tarif moyen, par voyageur et par kilomètre, à $\frac{4^{fr.}.394}{100} = 0^{fr.}.04394$, ou, en nombre rond, à $0^{fr.}.044$.

Remarquons tout de suite que sur les chemins anglais le tarif moyen de $0^{fr.}.1118$, par voyageur et par kilomètre, est, à peu près exactement, deux fois et demie aussi élevé que le tarif moyen sur les chemins belges de $0^{fr.}.044$.

Nous n'avons pas, pour les chemins français, des renseignements aussi positifs et aussi généraux que pour les chemins belges, ou anglais, et nous devons nous borner à citer quelques exemples particuliers, et à poser quelques hypothèses.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, en 1843, la répartition des voyageurs s'est opérée ainsi qu'il suit :

6 pour 100 dans les voitures de 1re classe.
29 pour 100 dans les voitures de 2e classe.
65 pour 100 dans les voitures de 3e classe.

Ce qui, d'après les prix du tarif tels qu'ils sont fixés par le cahier de charges, a dû produire pour 100 voyageurs par kilomètre de parcours (abstraction faite de l'impôt du dixième) (8). . . . . $6^{fr.}.025$

Savoir :

	fr.	fr.
6 voyageurs de 1re classe à	0.10 l'un. .	0.60
29 voyageurs de 2e classe à	0.075 l'un.	2.175
65 voyageurs de 3e classe à	0.05 l'un: .	3.250
Total par kilomètre, pour 100 voyageurs. .		6.025

Ou, en moyenne, par voyageur et par kilomètre, $0^{fr.}.06025$.

Sur les chemins de fer qui existent aujourd'hui aux en-

(8) On sait que l'impôt, dit du dixième, que les compagnies doivent au trésor ne se perçoit que sur les voyageurs, et est payé par ces derniers en sus des tarifs fixés par les cahiers de charges. Cet impôt ne s'applique qu'au prix du transport proprement dit, et non aux droits

virons de Paris, la première classe de voitures est beaucoup plus fréquentée qu'elle ne paraît l'être sur le chemin de Bâle à Strasbourg, et cela se comprend, et s'explique par le grand nombre de personnes riches ou aisées, qui usent des chemins de fer aux abords de Paris, pour des voyages ou des promenades de pur agrément; avec les tarifs actuellement usités sur le chemin de fer de Paris à Orléans, qui, pour les voyageurs, ne diffèrent des tarifs ci-dessous qu'en ce que la 3e classe y est portée à 0.05 au lieu de 0.055, nous pensons que le prix moyen perçu, par voyageur et par kilomètre (toujours abstraction faite de l'impôt du dixième) doit être, sur les chemins des environs de Paris, de 0f.07 à 0f.075.

Mais, lorsque conformément aux dispositions des nouvelles lois de concession, les voitures de 3e classe (qui aujourd'hui, comme on sait, sont découvertes), seront cou-

---

de péage. Le prix du transport proprement dit, d'après les bases admises, en 1844, dans les cahiers de charges des chemins de fer français, représente en moyenne un peu plus du tiers du tarif total, et l'impôt en question, dit du dixième, augmente ainsi de 1/30 à 1/25 (ou de 3 1/3 à 4 pour 100) environ le prix des places tel qu'il résulterait de l'application pure et simple des tarifs fixés par les cahiers de charges.

* Ces tarifs ont, du reste, été établis ainsi qu'il suit pour les chemins de fer concédés en 1844.

NATURE DES TRANSPORTS.	PRIX de péage.	PRIX de transport.	PRIX TOTAL.
A grande vitesse (et par kilomètre).	fr.	fr.	fr.
Par voyageur de 1re classe.	0.07	0.030	0.100
Par voyageur de 2e classe.	0.05	0.025	0.075
Par voyageur de 3e classe.	0.03	0.025	0.055
A petite vitesse (et par kilomètre).			
Par tonne de marchandises de 1re classe.	0.10	0.08	0.18
Par tonne de marchandises de 2e classe.	0.09	0.07	0.16
Par tonne de marchandises de 3e classe.	0.08	0.06	0.14

Les marchandises qui, sur la demande des expéditeurs, sont transportées avec la vitesse des voyageurs, payent à raison de 0fr..36 la tonne.

vertes et fermées avec rideaux (9), le tarif moyen, par voyageur et par kilomètre, tendra certainement à baisser (10), malgré l'augmentation du prix relatif à la 3e classe, et si la répartition des voyageurs, dans les trois classes de voitures, s'opère comme en Belgique, ce tarif moyen se réduira à. . . . . 0fr..0649

Savoir :

	fr.	fr.
10 voyageurs de 1re classe à	0.10 l'un. .	1.000
27 voyageurs de 2e classe à	0.075 l'un. .	2.025
63 voyageurs de 3e classe à	0.055 l'un. .	3.465
Total pour 100 voyageurs par kilomètre. . .		6.490
Soit, par voyageur et par kilom., en moyenne,		0.0649

(abstraction faite, nous le répétons encore, de l'impôt du dixième).

(9) On ne dit pas si les rideaux de ces voitures seront en *cuir*, ou simplement en *coutil ;* dans ce dernier cas, ils seront si souvent ou si constamment déchirés que les voyageurs ne se trouveront à l'abri, ni des grands froids, ni même de la pluie. Des voyageurs qui, par une température de 4 à 5 degrés au-dessous de zéro, circuleront sur les chemins de fer, dans des voitures mal fermées, avec une vitesse de 8 à 10 lieues à l'heure, supporteront difficilement un voyage à longue distance. Il y aurait lieu, dans notre opinion, de faire fermer les voitures de 3e classe par des châssis et des glaces; ces voitures de 3e classe ne différeraient ainsi des autres voitures que par leur intérieur qui serait tout en bois, siéges et parois, sans coussins ni garnitures d'aucune espèce : il est juste que les voyageurs de 3e classe ne soient pas traités comme ceux de 2e et de 1re classes, mais il ne nous paraît pas convenable qu'ils soient exposés à souffrir, quelquefois cruellement, des injures du temps : mieux vaudrait, s'il était nécessaire, augmenter un peu, soit les tarifs, soit la durée des concessions.

Les voitures de 1re classe seraient ainsi *couvertes, garnies et fermées à glaces.*

Celles de 2e classe seraient *couvertes et fermées à châssis et à glaces, et à banquettes rembourrées* (mais sans garniture).

Celles de 3e classe seraient simplement *couvertes et fermées à châssis et à glaces*, mais sans garnitures, et à banquettes non rembourrées.

Les trois classes de voitures seraient d'ailleurs suspendues sur ressorts.

(10) La disposition de la loi qui oblige les compagnies à couvrir et à fermer les voitures de 3e classe, est de nature non-seulement à faire passer dans la 3e classe un grand nombre de voyageurs qui, aujourd'hui, prennent la deuxième, mais encore à amener dans la 2e classe, des voyageurs qui actuellement vont dans la 1re classe; cette disposition aura ainsi pour effet évident de faire baisser le tarif moyen par voyageur.

Nous sommes porté à croire, d'après ce qui se passe aujourd'hui dans nos diligences, que la 1re classe de voitures sera un peu plus fréquentée en France qu'en Belgique, et nous supposons que la répartition des voyageurs, dans les trois classes de voitures, s'opérera, à peu de chose près, ainsi qu'il suit :

Pour 100 voyageurs, 15 de 1re classe; 30 de 2e classe; et 55 de 3e classe.

Le tarif moyen, par voyageur et par kilomètre, correspondant à cette hypothèse, est de. . . . . . 0^fr.06775

Savoir :

		fr.		fr.
15	voyageurs de 1re classe à	0.10	l'un.	1.500
30	voyageurs de 2e classe à	0.075	l'un.	2.250
55	voyageurs de 3e classe à	0.055	l'un.	3.025
Total, par kilomètre, pour 100 voyageurs.				6.775
Soit, par voyageur et par kilomètre.				0.06775

D'après les tarifs du cahier de charges, la partie afférente au transport proprement dit est, en moyenne, par voyageur et par kilomètre, avec cette répartition des voyageurs dans les trois classes de voitures, de. . . 0^fr.02575

Savoir :

			fr.
15	voyageurs de 1re classe à	0^fr.03 =	0.450
30	voyageurs de 2e classe à	0.025 =	0.750
55	voyageurs de 3e classe à	0.025 =	1.375
Total par kilomètre pour 100 voyageurs. .			2.575
Soit, par voyageur et par kilomètre.			0.02575

et l'impôt du dixième sur le prix du transport, sera ainsi, en moyenne, par voyageur et par kilomètre, de 0^fr.002575, ce qui portera la recette brute totale, en moyenne, par voyageur et par kilomètre, en y comprenant l'impôt du dixième, à

0^fr.06775 + 0^fr.002575 = 0^fr.070.

Ce prix variera un peu d'un chemin à un autre; mais, en moyenne, nous ne pensons pas qu'il s'écarte beaucoup de la vérité.

Les tarifs pour les transports de marchandises à petite vitesse sont extrêmement variables en Belgique, et en Angleterre. Ils ont été, en moyenne, sur les chemins belges, en 1843, par tonne et par kilomètre, de. . . . . 0fr..084

En Angleterre, d'après le rapport du comité des chemins de fer que nous avons déjà cité, ces tarifs ont varié, en 1842, sur les petits chemins à charbons et à minerais, de 1 à 2 deniers par tonneau et par mille, soit de 0fr..065 à 0fr..13 par tonne et par kilomètre.

Sur les grandes lignes de voyageurs, ces mêmes tarifs de marchandises à petite vitesse, ont varié de 2 1/2 à 3 deniers par tonneau et par mille, soit de 0fr..16 à 0fr..195, par tonne et par kilomètre; ils se sont élevés quelquefois à 4 deniers par tonneau et par mille, soit à 0fr..26, par tonne et par kilomètre.

Le rapport du comité des chemins de fer anglais fait remarquer, que pour le transport des marchandises, les canaux ont pu jusqu'à présent lutter avec les chemins de fer, tandis que, pour le transport des voyageurs, les chemins de fer sont en possession d'un monopole véritablement absolu (11).

---

(11) Nous trouvons, à cet égard, dans un petit écrit publié par M. Félix Vernes, banquier à Paris, et intitulé : *Notes comparatives sur les chemins de fer en Angleterre et en France*, un renseignement curieux que nous reproduisons ici textuellement.

Le Great-Junction, canal d'une longueur de 162 kilomètres et demi, formant la tête des canaux de Londres à Birmingham, faisait payer son parcours, en 1834, 0fr..1294 par tonne et par kilomètre; il a réduit ce même prix, en 1844, à. . . . . 0fr..0647

Les recettes qui étaient en 1831 de. . . . . 4 625 000 fr.
sont descendues en 1843 à 2 700 000

Avec des prix de transport réduits de moitie, le produit du canal a été aussi réduit de moitié; il en résulte évidemment que le tonnage y est resté à peu près le même.

Mais à côté de lui, le chemin parallèle de Birmingham a fait, en 1843,

En France, les tarifs légaux pour le transport des marchandises varient entre 0fr.10 et 0fr.18, par tonne et par kilomètre.

Il va sans dire qu'il n'est question ici que des transports de marchandises à petite vitesse : les bagages et les articles de messageries, qui seront transportés dans les convois de voyageurs, seront soumis à des tarifs beaucoup plus élevés.

Avec les tarifs que nous venons d'indiquer, les chemins belges ont produit :

En 1842, sur 396 kilomètres, une recette brute de. . . . . 7 461 553 f.

Soit par kilomètre moyen. 18 842

En 1843, sur 497 kilomètres, une recette brute de. 8 994 539

Soit par kilomètre moyen. 18 097

Les chemins de fer anglais, en ne considérant que les grandes lignes de voyageurs, ont produit :
en 1842, sur 2 816 kilomètres, une recette brute de. . . . . 120 708 000 f.

Soit, par kilomètre moyen. 42 865

Si l'on veut bien remarquer que sur les chemins anglais les tarifs pour les voyageurs sont deux fois et demie aussi élevés, et pour les marchandises à peu près deux fois aussi élevés que sur les chemins belges, on reconnaîtra que la circulation moyenne, sur ces derniers chemins, a été à peu près aussi active que sur les chemins anglais, malgré l'énorme

---

une recette *brute* de 4 000 000 fr., environ, sur le transport des marchandises seulement.

Les canaux, ajoute M. Félix Vernes, par la baisse de leurs prix ont prolongé la distance à laquelle ont pu se transporter certaines matières encombrantes; ils ont attiré et conservé le transport des matières premières, telles que briques, fers, farines, coke, fontes.

Les chemins de fer se sont approprié toutes les marchandises fabriquées, celles qui peuvent souffrir d'un transport par eau, et celles dont la valeur supporte facilement un prix de transport plus élevé.

différence qui existe entre les recettes brutes moyennes, par kilomètre, dans les deux pays.

Nous n'avons pas pour les chemins français des renseignements assez étendus pour pouvoir donner une moyenne exacte de la recette brute qui s'opère aujourd'hui sur ces chemins; nous dirons seulement que sur le chemin de Paris à Orléans, qui semble devoir être une des lignes les plus productives de la France, la recette brute, pour 1844, paraît s'être élevée à environ. . . . . . . 6 735 000 f.

Soit, par kilomètre moyen à environ. . 50 639

Sur le chemin de Londres à Birmingham, qui est l'un des plus riches, sinon le plus riche, des chemins anglais, la recette brute totale, en 1842, s'est élevée à. . . . . 20 392 999 f.
soit, par kilom. moyen, (ce chemin ayant 181 kilom. de longueur) à. 112 669

Les tarifs sur le chemin de fer de Londres à Birmingham sont à peu près doubles de ceux qui existent sur le chemin de fer de Paris à Orléans; la circulation sur le chemin anglais n'est donc qu'un peu plus considérable que sur le chemin français; mais nous pensons que lorsque les lignes d'Orléans à Nevers et à Châteauroux, à Bordeaux et à Nantes, seront ouvertes, le chemin de Paris à Orléans aura une circulation au moins égale à celle qui existe sur le chemin de Londres à Birmingham.

Pour compléter les renseignements que nous venons de donner sur les recettes brutes des différents chemins en Angleterre, en Belgique, et en France, nous indiquerons, d'après le rapport du comité anglais, comment la recette brute totale, obtenue sur les lignes de fer, se subdivise entre les différentes natures de transports, qu'un chemin de fer est appelé à effectuer.

On comprend combien cette répartition peut varier entre deux chemins de fer, dont l'un serait affecté principale-

ment au transport des marchandises, et dont l'autre serait destiné surtout à la circulation des voyageurs ; aussi le renseignement que nous donnons ici ne peut-il être considéré que comme un document intéressant, et non comme une règle susceptible d'application à des chemins qui n'existent pas encore.

Le produit total des chemins de fer anglais, en 1842, de 120 708 000 fr., se compose des produits partiels suivants :

	fr.	
Recettes sur les voyageurs	78 120 000,	soit env. 65 p. 100 de la recette totale.
Recettes sur les marchandises à petite vitesse. .	30 240 000	25 p. 100
Recettes sur les bagages et articles de messageries	7 812 000	6 ½ p. 100
Recettes sur les voitures, chevaux et bestiaux. .	4 536 000	3 ½ p. 100
Totaux.	120 708 000	100

Le produit total des chemins de fer belges, en 1842, de 7 461 553 fr. s'est composé des produits partiels suivants :

	fr.	
Recettes sur les voyageurs	4 684 313	soit env. 63 p. 100 de la recette totale.
Recettes sur les marchandises, etc.	2 479 350	33 p. 100
Recettes sur les bagages. .	297 890	4 p. 100
Totaux.	7 461 553	100

NOTE N° 3.

—

DES DÉPENSES

QU'ENTRAINENT L'EXPLOITATION ET L'ENTRETIEN DES CHEMINS DE FER, EN ANGLETERRE, EN BELGIQUE, ET EN FRANCE.

Avant de chercher à établir des règles pour l'appréciation des dépenses annuelles, que nécessitent l'exploitation générale d'un chemin de fer, son administration, son entretien et sa surveillance, la traction de ses convois, et l'entretien de son matériel, il est nécessaire de réunir, et de comparer entre eux, les renseignements et les chiffres, que les administrations publiques, et les compagnies particulières, ont jusqu'à ce jour publiés sur la matière.

C'est ainsi que l'on a procédé, dans les sciences physiques, à la découverte des lois qui régissent les phénomènes de la nature, et de même que les lois imparfaites, que l'on avait primitivement établies, ont été, plus tard, rectifiées et perfectionnées, au moyen d'observations plus nombreuses et plus complètes; de même les règles que nous allons essayer de poser recevront, avec le temps, les modifications successives que des recherches plus étendues et plus variées pourront leur faire subir.

Pour ne pas nous perdre dans les détails (sur lesquels nous nous réservons d'ailleurs de revenir plus tard), nous diviserons les dépenses annuelles relatives à l'exploitation générale d'un chemin de fer, en deux grandes catégories seulement.

Dans la première, nous comprendrons (et nous confondrons dans un seul et même chiffre) toutes les dépenses

relatives à l'exploitation proprement dite, à l'administration générale de l'entreprise, enfin, à l'entretien et à la surveillance de la voie.

Dans la seconde catégorie, nous placerons toutes les dépenses relatives à la traction, c'est-à-dire au travail et à la réparation des machines, et à l'entretien du matériel roulant, voitures et waggons de toutes espèces, qui servent à l'exploitation d'un chemin de fer.

Cette division admise, nous établirons le tableau suivant des dépenses qui ont eu lieu sur le chemin de fer de Londres à Birmingham, pendant les trois années de 1840, 1841, et 1842, d'après les chiffres que nous avons recueillis dans le rapport du comité des chemins de fer anglais, du 24 mai 1844 (12).

(12) Nous n'avons pas à notre disposition assez de documents pour résoudre, même approximativement, la question de savoir comment doit se répartir, communément, entre les différents services de l'exploitation des chemins de fer, la dépense annuelle totale qu'occasionne cette exploitation, et nous ne sommes pas, en conséquence, en mesure d'entreprendre la solution de cette question.

Nous dirons seulement que, d'après le tableau qui suit, cette répartition, sur le chemin de Londres à Birmingham, paraît s'être opérée en nombres ronds, et, en moyenne, à peu près comme il suit :

Frais de traction, compris la réparation des locomotives.	36 p. 100 de la dépense totale.
Entretien du matériel.	14 p. 100
Entretien et surveillance de la voie (a).	25 p. 100
Exploitation proprement dite pour les voyageurs et les marchandises	19 p. 100
Administration générale, faux-frais, etc.	6 p. 100
Total.	100

(a) Cette dépense, très-forte dans les premières années de l'exploitation d'un chemin, diminue notablement dans les années suivantes.

Dépenses annuelles faites sur le chemin de fer de Londres à Birmingham, de 181 kilomètres de longueur.

NATURE DES DÉPENSES.	EN 1840.		EN 1841.		EN 1842.	
	Pour l'exploitation générale et l'entretien du chemin.	Pour la traction et l'entretien du matériel.	Pour l'exploitation générale et l'entretien du chemin.	Pour la traction et l'entretien du matériel.	Pour l'exploitation générale et l'entretien du chemin.	Pour la traction et l'entretien du matériel.
	liv. sterl.	liv. sterl.	liv. sterl.	liv. sterl.	liv. sterl.	liv. sterl.
Entretien du chemin, réparation, etc. . . .	64 961	»	52 213	»	45 144	»
Frais de traction.	»	65 212	»	65 920	»	58 008
Réparation des locomotives.	»	14 645	»	19 963	»	16 528
Machine stationnaire. .	»	2 150	»	1 376	»	1 215
Police.	12 761	»	12 472	»	11 958	»
Frais du trafic des voyageurs.	32 225	»	30 529	»	30 152	»
Réparation des voitures.	»	23 412	»	19 474	»	16 564
Accidents et indemnités.	2 071	»	1 529	»	600	»
Frais du trafic des marchandises.	3 344	»	3 654	»	4 110	»
Réparations des waggons.	»	4 231	»	3 961	»	2 856
Frais du département du matériel.	»	2 097	»	1 899	»	1 308
Administration générale, frais de bureau, annonces, et dépenses diverses, etc.	14 968	»	12 887	»	12 256	»
Totaux en livres sterl.	130 330	111 747	113 284	112 593	104 220	96 459
	l. st. 242 077		l. st. 225 877		l. st. 200 679	
Totaux en francs (la liv. sterl. étant supposée de 25 fr. 20 c).	fr. 3 284 316	fr. 2 816 024	fr. 2 854 756	fr. 2 837 343	fr. 2 626 344	fr. 2 430 766
	fr. 6 100 340		fr. 5 692 099		fr. 5 057 110	

Nous dresserons un tableau analogue pour les chemins belges, et pour quelques chemins français.

DÉSIGNATION DES CHEMINS.		DÉPENSES ANNUELLES pour l'administration générale, l'exploitation, l'entretien et la surveillance des chemins.	pour la traction et l'entretien du matériel.	totales.	Les dépenses totales étant représentées par 100, les dépenses relatives à la traction et à l'entretien du matériel sont représentées par les nombres ci-dessous :
		fr.	fr.	fr.	
Chemin de Londres à Birmingham (1)	en 1840..	3 284 316	2 816 024	6 100 340	46
	en 1841..	2 854 756	2 837 343	5 692 099	50
	en 1842.	2 626 344	2 430 766	5 057 110	48
Chemins belges (2)	en 1841..	1 986 761	2 367 065	4 353 826	54
	en 1842..	2 348 619	2 351 708	4 700 327	50
	en 1843..	2 747 411	2 652 589	5 400 000	49
Chemins de fer du Gard (3).....	en 1842..	424 800	421 792	846 592	50
	en 1843..	453 357	502 499	955 856	52
Chemin de Bâle à Strasbourg (4)..	en 1842..	749 779	725 144	1 474 923	49
	en 1843..	786 302	778 698	1 565 000	50
Chemin de Paris à Orléans (5)....	en 1844..	1 251 105	1 198 895	2 450 000	49

(1) Ce sont les totaux du tableau qui précède.

(2) Les chiffres relatifs aux chemins belges sont, pour 1843, extraits du *Journal des chemins de fer*, n° du 15 juin 1844; ils ont été pris pour les années 1841 et 1842, dans le rapport du ministre des travaux publics aux chambres belges.

(3) Rapport aux actionnaires de la compagnie du 31 mars 1844.

(4) Rapport aux actionnaires de la compagnie du 17 avril 1844.

(5) Prévisions de la compagnie pour les dépenses de 1844; rapport aux actionnaires du 30 mars 1844.

On peut, ce nous semble, conclure, du tableau qui précède, que les frais relatifs à la traction et à l'entretien du matériel, représentent, sur toutes les lignes, à peu de chose près, la moitié de la dépense totale annuelle qu'exige l'exploitation générale d'un chemin de fer.

Les frais relatifs à la traction tendent à diminuer sans cesse, par suite des améliorations successives que l'on apporte dans la construction des machines; d'un autre côté, les frais relatifs à l'administration, à l'exploitation et à la surveillance d'un chemin de fer, diminuent également, au fur et à mesure que les agents de toutes les classes se forment, et deviennent plus habiles et plus experts dans les fonctions qui leur sont confiées; la proportion que nous indiquons ici ne se maintiendra peut-être pas; mais elle paraît, dans l'état actuel des choses, un fait assez positif et assez curieux. Nous avions, au reste, déjà signalé ce fait, et nous avions cherché à l'expliquer (pages 55 et suivantes), dans un précédent article sur les dépenses des chemins belges (*Annales des ponts et chaussées*, cahier de juillet et août 1844); nous n'ajouterons rien à ce que nous disions alors sur ce sujet, si ce n'est que la règle que nous avions constatée, pour les chemins belges, paraît, à peu de chose près, s'appliquer également à d'autres chemins.

Connaissant, d'une part, les chiffres des dépenses annuelles de toutes espèces faites sur quelques chemins de fer, et de l'autre, les parcours développés des convois, de voyageurs et de marchandises, sur plusieurs de ces chemins, nous pouvons, par de simples divisions, en déduire la dépense moyenne faite, par convoi et par kilomètre de parcours, soit pour l'administration générale, l'exploitation proprement dite, l'entretien et la surveillance de la voie, soit pour la traction et l'entretien du matériel, soit, enfin, pour tous les services réunis de l'exploitation.

Les éléments et les résultats de ces calculs sont consignés dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES CHEMINS.		DÉPENSES ANNUELLES pour l'administration générale, l'exploitation, l'entretien et la surveillance de la voie.	pour la traction et l'entretien du matériel.	totales.	PARCOURS développés en kilomèt. des convois de voyageurs et de marchandises.	DÉPENSE MOYENNE par convoi et par kilomètre. pour l'administration générale, l'exploitation, l'entretien et la surveillance de la voie.	pour la traction et l'entretien du matériel.	totales.
		f.	f.	f.	k.	f.	f.	f.
Chemin de Londres à Birmingham (1). . .	en 1840.	3 284 316	2 816 024	6 100 340	1 795 200	1.8295	1.5686	3.3981
Chemins belges (2). .	en 1842.	2 348 619	2 351 708	4 700 327	1 589 090	1.47796	1.47990	2.95786
	en 1843.	2 747 411	2 652 589	5 400 000	1 874 180	1.46593	1.41533	2.88126
Chemins de fer du Gard (3).	en 1842.	424 800	421 792	846 592	395 385	1.0744	1.0668	2.1412
	en 1843.	453 357	502 499	955 856	435 859	1.0401	1.1529	2.1930
Chemin de Bâle à Strasbourg (4). . .	en 1842.	749 779	725 144	1 474 923	490 000	1.5301	1.4799	3.0100
	en 1843.	786 302	778 698	1 565 000	525 000	1.4977	1.4832	2.9809
Chemin de Paris à Orléans. Prévisions pour (5). . .	1844.	1 251 105	1 198 895	2 450 000	770 118	1.6245	1.5568	3.1813

Il est nécessaire d'accompagner de quelques explications les chiffres de ce tableau.

(1) On voit dans le rapport du comité des chemins de fer anglais que sur le chemin de Londres à Birmingham, dans le second semestre de 1840, les trains de voyageurs ont parcouru 452 660 milles anglais, ou. . . . 728 330 kil.
et les trains de marchandises 105 102 milles, ou. 169 270

Ensemble. . . . . 897 600 kil.

Nous concluons (en supposant que la circulation pendant le 1er semestre a été exactement semblable à celle qui a eu lieu pendant le second semestre), que dans le cours de l'année entière de 1840, les trains ont parcouru ensemble une longueur développée de $2 \times 897\,600 = 1795\,200$ kilomètres.

C'est, nous en convenons, une manière de procéder un peu hypothétique; mais nous n'avons pas d'autres renseignements de ce genre sur les chemins anglais, et nous

reproduisons la seule donnée que nous ayons pu recueillir, sinon comme tout à fait exacte, au moins comme approchant probablement beaucoup de la vérité.

Nous verrons, plus loin, que les frais de traction, sur le chemin de Londres à Birmingham, ont, dans les années postérieures à 1840, sensiblement diminué.

(2) Les chiffres pour les chemins belges sont extraits des rapports du ministre des travaux publics de Belgique.

(3) Les chemins du Gard, servant principalement au transport des charbons, ne sont pas tout à fait dans les mêmes conditions que les grandes lignes destinées aux voyageurs; on sait d'ailleurs que ces chemins sont administrés avec une économie remarquable.

(4) Les chiffres relatifs au chemin de Strasbourg sont extraits du rapport aux actionnaires du 17 avril 1844.

(5) Pour la ligne d'Orléans, nous donnons les chiffres des prévisions de 1844, tels qu'ils figurent dans le rapport aux actionnaires du 30 mars 1844.

Les dépenses relatives à l'exploitation générale d'un chemin de fer, sur les grandes lignes de voyageurs, paraissent ainsi ne pas varier beaucoup et se maintenir toujours, par convoi et par kilomètre de parcours, au taux de 3 fr. environ, dont 1fr..50 pour la traction et l'entretien du matériel, et 1fr..50 pour les autres services de l'exploitation.

Quelle est maintenant sur ce prix la part afférente à la traction proprement dite, c'est-à-dire au service et à la réparation des machines?

Le rapport du comité des chemins de fer anglais donne sur le prix de la traction proprement dite, ou du pouvoir locomotif, pour me servir de l'expression qu'il emploie, des renseignements curieux que nous reproduirons ici.

« Pendant le dernier semestre de 1840, M. Bury, ingé-
» nieur anglais distingué, fit sur le chemin de Londres à
» Birmingham, des relevés de dépenses, desquels il résulte
» que le prix de la traction proprement dite, ou de la puis-
» sance locomotive, revenait, à cette éqoque, sur ce che-

» min, à 18d.661 par mille anglais, ou à 1fr..2129 par kilo-
» mètre, savoir :

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES RELATIVES à la traction sur le chemin de fer de Londres à Birmingham, en 1840.	
	en deniers par mille anglais.	en francs par kilomètre.
	deniers.	francs.
Coke.	8.356	0.5431
Huile.	0.360	0.0234
Mécaniciens et chauffeurs.	1.510	0.0982
Nettoyage des machines.	1.910	0.1241
Réparations des machines.	3.549	0.2307
Commis, frais de bureau, dépenses diverses.	2.976	0.1934
Totaux.	18.661	1.2129

Mais des perfectionnements dans les machines, peut-être aussi plus d'expérience dans leur conduite, ont fait descendre ce prix, en 1842, sur le même chemin de Londres à Birmingham, à 16d.652 par mille anglais, ou à 1fr..08 par kilomètre.

« Sur d'autres chemins, dit le rapport du comité des
» chemins de fer anglais, cette même dépense varie entre
» 14 et 20 deniers par mille anglais (ou entre 0fr..91 et
» 1fr..30 par kilomètre).

» Sur certains chemins, elle est descendue enfin à 12d.50
» par mille (ou à 0fr..81 par kilomètre).

» En définitive, on peut la supposer en moyenne de 15
» à 16 deniers par mille (soit de 0fr..975 à 1fr..04, ou exacte-
» ment de 1 fr. par kilomètre). »

Le prix de la traction, par machine et par kilomètre, n'est pas beaucoup plus fort en France qu'en Angleterre; ainsi, il est sur le chemin de Paris à Rouen de 1fr..10; sur les chemins du Gard, il a varié de 0fr..81 à 0fr..87; sur les chemins belges nous l'avons estimé à environ 1fr..20, et nous avons cherché à expliquer ce prix, un peu

élevé, par le grand nombre de machines que l'on doit constamment tenir en feu sur des chemins aussi divisés que les chemins belges.

Il n'est pas étonnant, du reste, que le prix de la traction soit un peu plus élevé en France qu'en Angleterre, vu la cherté du coke dans notre pays.

« La charge brute qu'une machine peut traîner, con-
» tinue le rapport anglais, n'est pas moindre, à une vitesse
» de 20 milles, soit de 32 kilomètres à l'heure, de 150 ton-
» neaux; mais comme il est nécessaire de disposer toujours
» d'un excédant de force, pour assurer la régularité du
» service, et pour parer aux causes de retard qui peuvent
» à chaque instant survenir, comme des vents violents, des
» rails gras, etc., la moyenne du chargement brut des
» trains de marchandises, sur le chemin de Londres à Bir-
» mingham, ou environ 110 tonneaux, peut être prise
» comme le maximum pratique de la force d'une locomotive.

» Ce qui équivaut, à un chargement net d'environ 50
» tonneaux de marchandises, ou d'environ 250 voyageurs
» avec leurs bagages dans les voitures fermées de 1re et de
» 2e classe, ou 400 voyageurs avec leurs bagages, dans les
» voitures découvertes de 3e classe (13).

Nous donnons ici les chiffres qui sont consignés dans le rapport anglais, sans bien nous rendre compte des calculs préalables qu'a dû faire celui qui les a posés.

« Il semble résulter de là que le coût de la traction par
» kilomètre, doit être pour un voyageur de 1re classe
» de $\frac{1\text{ f.}}{250} = 0^{\text{fr.}}.004$ et pour un voyageur de 3e classe de

(13) « On admet ici que le poids ordinaire d'une voiture de 1re classe » est de 4 tonneaux 1/2; celui d'une voiture de 2e classe de 4 tonneaux, » et enfin le poids d'une voiture de 3e classe de 3 tonneaux 1/2. Le poids » d'un voyageur avec son bagage étant d'ailleurs d'environ 100 kilog. »
On sait de plus qu'en France une voiture de 1re classe ne contient que 24 places; une voiture de 2e classe, 30, et une voiture de 3e classe de 36 à 40 places; il est probable qu'il en est à peu près de même sur les chemins anglais.

» $\frac{1 \text{ f.}}{400} = 0^{\text{fr.}}.0025$ seulement ; et il en serait, en effet, ainsi si » les voitures des convois étaient toutes et toujours pleines, » mais cette circonstance ne se réalise jamais, et au lieu de » 250 ou de 400 voyageurs, que l'on pourrait traîner, on » n'en remorque, en moyenne, sur le chemin de Londres à » Birmingham, que 56 3/4 par convoi, ce qui fait monter » le coût à environ $0^{\text{fr.}}.016$, par voyageur et par kilomètre, » pour la traction seulement. »

Ces considérations générales établies, nous passerons à l'examen détaillé des comptes de différents chemins de fer, en nous appliquant surtout à déterminer quel est, sur chaque chemin, le prix moyen du transport d'un voyageur à un kilomètre.

Or, nous croyons que le procédé le plus sûr et le plus exact, pour résoudre le problème, est, purement et simplement, sans entrer dans aucun calcul de détail, de prendre le chiffre de la dépense totale annuelle faite sur un chemin de fer, et de diviser ce chiffre par le nombre des voyageurs qui, sur ce chemin, ont, dans le cours de l'année, parcouru un kilomètre.

Ce moyen serait, en effet, très-simple et tout naturel, si l'on ne transportait sur chaque chemin que des voyageurs; mais on y transporte encore des bagages et des articles de messageries ; —des chaises de poste ; —des chevaux ; — des bestiaux ; — et enfin des marchandises à petite vitesse; et, pour pouvoir effectuer le calcul dont nous parlons, il est nécessaire de ramener d'abord à une unité commune, et d'apprécier préalablement au moyen d'une seule et même mesure, les diverses natures de transports qui s'opèrent sur les chemins de fer.

Cette mesure nouvelle, que nous appellerons *une unité de transport*, sera *un voyageur moyen transporté à un kilomètre;* nous disons un *voyageur moyen*, c'est-à-dire un

voyageur n'appartenant précisément ni à la 1re, ni à la 2e, ni à la 3e classe, mais représentant, sous le rapport de la recette, comme sous celui de la dépense, une moyenne entre le prix de recette et le prix de dépense des voyageurs des différentes classes.

Il s'agit donc de déterminer pour combien d'unités de transport (ou pour combien de voyageurs moyens transportés à un kilomètre), il convient de compter, soit une tonne de marchandises à petite vitesse, soit une tonne de bagages et d'articles de messageries, soit une chaise de poste, soit enfin un cheval, transportés toujours à un kilomètre de distance.

En un mot, il s'agit d'établir des assimilations, aussi exactes que possible, entre les différentes natures de transports.

Or, ces assimilations, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer dans notre précédent article, peuvent être considérées et calculées, soit *sous le rapport de la recette*, soit *sous le rapport de la dépense*. Ainsi, supposons qu'un voyageur moyen paye sur un chemin de fer $0^{fr.}.07$ par kilomètre, et qu'une tonne de marchandises à petite vitesse paye $0^{fr.}.14$ pour le même parcours; nous en conclurons, que, *sous le rapport de la recette*, une tonne de marchandises à petite vitesse équivaut, ou peut être assimilée, à deux voyageurs moyens.

L'assimilation, *en ce qui concerne la recette*, sera évidemment représentée, pour une nature quelconque de transport, par le rapport qui existera entre le tarif relatif à cette nature de transport, et le tarif applicable à un voyageur moyen transporté à un kilomètre.

On comprend, dès lors, comment les assimilations, *en ce qui concerne la recette*, doivent varier sur chaque chemin, suivant les tarifs qui y sont en vigueur.

Mais les assimilations *sous le rapport de la dépense*, sont encore bien plus variables, et surtout plus difficiles

à apprécier que les assimilations *sous le rapport de la recette*.

Nous avons indiqué, dans notre précédent article, comment ces assimilations, *en ce qui regarde la dépense*, peuvent être exactement calculées; nous avons reconnu également comment elles varient d'un chemin à un autre, et, bien plus, comment elles varient, sur le même chemin, d'une année à l'autre de son exploitation.

Au milieu de toutes ces complications, le problème que nous nous sommes proposé serait insoluble pour un géomètre qui ne voudrait se contenter que de chiffres précis et mathématiquement exacts; mais pour un ingénieur, dont le but est de se rendre un compte pratiquement vrai des recettes et des dépenses qui s'opèrent dans une exploitation de chemin de fer, le problème est d'une solution simple et facile, comme nous allons le faire voir.

En effet, remarquons d'abord que sur les chemins belges, comme sur les chemins anglais, les voyageurs figurent pour les 2/3 à peu près de la recette brute totale; les erreurs, que pourraient présenter nos assimilations, ne peuvent donc porter que sur le tiers environ des transports.

Ajoutons que les marchandises à grande et à petite vitesse forment, avec les voyageurs, les seuls articles de transports ayant une importance réelle; les chaises de poste, les chevaux, et les bestiaux entrent pour une si petite part (3 à 4 p. 100), soit dans les recettes, soit dans les dépenses, qu'on peut, sinon les négliger entièrement, du moins ne pas chercher à apprécier leur influence avec une grande exactitude.

1° *Des bagages et articles de messageries, ou des marchandises circulant à grande vitesse.* — La charge moyenne d'une voiture de voyageurs peut varier entre 12 et 15 personnes (14); la charge moyenne d'un waggon de

(14) Nous avons expliqué dans notre précédent article ce que nous

bagages, ou de marchandises à grande vitesse, peut varier, de son côté, entre 2 et 2 1/2 tonnes; or, comme sous le rapport de la dépense, nous admettons (voir notre précédent article), que tout waggon dépendant d'un convoi de voyageurs, traîné à un kilomètre, doit, quelle que soit sa charge moyenne, supporter la même part dans les frais que nécessite la traction du convoi, il s'ensuit qu'il y a lieu, *sous le rapport de la dépense*, d'assimiler 2 tonnes de bagages à 12 voyageurs, ou une tonne de bagages, d'articles de messageries, ou de marchandises à grande vitesse, à. . . . . 6 voyageurs moyens.

Cette assimilation est à peu près exacte, également, en ce qui concerne la recette.

En effet, le tarif par kilomètre et par voyageur moyen, est en France de . . . . $0^{fr.}.070$ et par tonne de marchandises à grande vitesse, le tarif légal est de $0^{fr.}.36$, soit, eu égard aux petites fractions de tonne que l'on compte en sus des poids réels, d'environ 6 fois le tarif moyen du voyageur : $6 \times 0^{fr.}.07 = 0^{fr.}.42$ (15).

2° *Des marchandises circulant à petite vitesse.* — Un convoi de marchandises à petite vitesse porte, en général, une charge moyenne utile de 40 à 60 tonnes; et un convoi de voyageurs se compose approximativement de 80 à 120 voyageurs (ou objets équivalents, comme bagages, articles de messageries, chaises de poste, chevaux, etc.), au moins sur nos grands chemins de fer, en France et en Belgique;

---

entendons par la *charge moyenne*, soit d'une voiture de voyageurs, soit d'un waggon de marchandises, nous ne reviendrons pas ici sur cette définition.

(15) Dans les anciens cahiers de charges les fractions de tonne étaient comptées par cinquième, c'est-à-dire que tout poids compris entre 0 et 200 kilogrammes, payait comme 200 kilogrammes; entre 200 et 400 comme 400 kilogrammes, etc., etc.; disposition qui était de nature à augmenter le tarif par tonne réelle de marchandises transportées; dans les nouveaux cahiers de charges, les fractions de tonne ne sont plus comptées que par centièmes, ce qui est bien plus avantageux pour le public, et fera que le tarif légal ne sera plus que faiblement dépassé dans la pratique.

et comme nous admettons que les frais, pour un convoi de vogageurs, sont sensiblement les mêmes que pour un convoi de marchandises, nous en concluons que, *sous le rapport de la dépense*, 50 tonnes de marchandises à petite vitesse peuvent être assimilées à 100 voyageurs, ou une tonne à 2 voyageurs.

Cette assimilation nous semble également admissible *en ce qui concerne la recette*, au moins en France et en Belgique; en effet, un voyageur paye en France, par kilomètre, environ 0fr..07, et une tonne de marchandises à petite vitesse paye de 0fr..10 à 0fr..18, soit en moyenne environ 0fr..14, ou le double d'un voyageur moyen.

En 1843, sur les chemins belges, le tarif moyen	fr.
par kilomètre a été pour un voyageur de. . .	0.044
et, pour une tonne de marchandises à petite vitesse, de.	0.084

c'est-à-dire que la tonne de marchandises à petite vitesse a payé un peu moins que le double, mais à bien peu de chose près, le double de ce que payait un voyageur en moyenne.

Si donc, en assimilant une tonne de marchandises à petite vitesse à 2 voyageurs moyens, nous ne sommes pas rigoureusement dans le vrai, nous ne nous en écartons du moins que d'un infiniment petit, d'une quantité, en un mot, qui dans des calculs de ce genre, est négligeable, sans erreur sensible.

Une observation est ici nécessaire pour répondre à une objection qu'on pourrait nous faire.

On admet communément qu'un convoi de marchandises à petite vitesse contient deux fois autant de waggons qu'un convoi de voyageurs à grande vitesse; et l'on est porté à en conclure qu'une tonne de marchandises à grande vitesse doit coûter le double de ce que coûte une tonne de marchandises à petite vitesse, et que si l'on assimile en conséquence une tonne de marchandises à petite vitesse à

2 voyageurs moyens, on doit assimiler une tonne de marchandises à grande vitesse, au moins *sous le rapport de la dépense*, à 4 voyageurs moyens, et non à 6, comme nous l'avons proposé plus haut; cela serait vrai, en effet, 1° si le nombre des waggons d'un convoi à petite vitesse était exactement le double du nombre des voitures ou waggons qui entrent dans un convoi à grande vitesse; 2° si les waggons de marchandises dans les deux convois portaient exactement la même charge moyenne; or, il n'en est pas ainsi : la charge moyenne d'un waggon de bagages et d'articles de messageries. ou de marchandises à grande vitesse, est, en général, plus faible, vu la nature même des objets transportés, que la charge moyenne d'un waggon de marchandises à petite vitesse; et en second lieu, les convois de marchandises contiennent, moyennement, plus de deux fois autant de waggons que les convois de voyageurs.

Les assimilations que nous avons admises nous paraissent donc suffisamment motivées.

Pour les chaises de poste et les chevaux, nous sommes, par des considérations analogues à celles qui précèdent, arrivé aux assimilations suivantes :

Une chaise de poste équivaut à. . 9 voyageurs moyens.
Un cheval. . . . . à. . 5

assimilations que nous ne chercherons pas à expliquer et à justifier ici, vu le peu d'importance de ces espèces de transports, et le peu d'influence qu'ils doivent exercer sur le résultat final de nos calculs.

Nous terminerons ces considérations sur les assimilations à adopter entre les différentes natures de transports par une observation importante; c'est que les assimilations, *sous le rapport de la recette*, dépendent des tarifs admis sur chaque chemin de fer, et ne peuvent, en conséquence, quand on dresse les comptes d'une exploitation, être, ni changées, ni modifiées, sous aucun prétexte; tandis que les assimilations, *sous le rapport de la dépense*, sont jusqu'à un

certain point arbitraires, c'est-à-dire qu'elles dépendent de la volonté de la compagnie exploitante, qui peut, en définitive, ne faire intervenir chaque nature de transport dans la totalité des frais que pour la part qu'il lui convient de fixer.

Quelques développements expliqueront notre pensée.

Supposons que, sur un chemin de fer, la charge moyenne d'une voiture de voyageurs soit de 15 personnes, et la charge moyenne d'un waggon de chaise de poste de 0,60; une chaise de poste sera, sous le rapport de la dépense, assimilable à $\frac{15}{0.6} = 25$ voyageurs; et en faisant participer à la totalité des frais, chaque chaise de poste comme 25 voyageurs, il serait possible que la part de dépense afférente à la chaise de poste fût supérieure à la recette produite par cette chaise de poste.

Faudrait-il en conclure que la compagnie exploitante aurait mieux fait de ne pas transporter les chaises de poste? Évidemment non, car si elle n'eût pas opéré ce transport, sa recette eût diminué, et sa dépense totale fût restée sensiblement la même.

Pour éviter de pareilles difficultés, il conviendrait, peut-être, d'abandonner complétement les assimilations, *en ce qui concerne les dépenses*, et d'adopter, *même pour la répartition des frais*, les assimilations *relatives aux recettes*.

Les assimilations, sous le rapport de la dépense, devraient être exactement et rigoureusement déterminées, si l'exploitation d'un chemin de fer, au lieu d'être faite dans l'intérêt unique d'une seule et même compagnie, s'opérait pour le compte de quatre sociétés différentes, qui auraient pris chacune, à ses risques et périls, une part dans les résultats de l'exploitation générale : la première, en ce qui concerne les voyageurs; la deuxième, les bagages et les articles de messageries; la troisième, les voitures et les chevaux; et la quatrième, enfin, les marchandises à petite vitesse.

En pareil cas, il est évident que la répartition exacte et

équitable des dépenses entre les différentes natures de transports devrait nécessairement avoir lieu ; mais lorsque tous ces frais, nous le répétons, sont à la charge d'une seule et même personne, cette personne peut, en définitive, dresser ses comptes de dépenses comme elle l'entend, et affecter chaque nature de transport de la part, dans les frais, qu'elle juge utile et convenable; part qui, selon nous, doit être proportionnelle aux tarifs perçus par kilomètre pour chaque nature de transport. Les assimilations relatives à la recette nous semblent seules admissibles, dès qu'on ne s'occupe plus exclusivement de la question de la dépense (comme nous l'avons fait pour les chemins belges dans un précédent article), et dès qu'on veut considérer une entreprise, sous le rapport des recettes qu'elle produit, aussi bien que sous le rapport des dépenses qu'elle nécessite.

Ces considérations préliminaires ainsi établies, et ces assimilations moyennes et approximatives, ainsi admises, savoir :

Une tonne de bagages, d'articles de messageries, ou de marchandises circulant à grande vitesse étant assimilée à. . . . . 6 voyageurs moyens.

Une tonne de marchandises à petite vitesse à. 2

Une chaise de poste à. 9

Un cheval à. 5

nous passerons à l'examen successif des comptes des différents chemins de fer pour lesquels nous avons pu nous procurer des renseignements précis.

1° *Des chemins belges en* 1843.

(*Voir* le § 1er du renvoi placé à la suite de ces notes.

La dépense totale pour l'exploitation de ces chemins s'est élevée, en 1843, à la somme de. . . 5 400 000 fr.

Le nombre de voyageurs transportés à un kilomètre a été de.	122 843 720
Les bagages et articles de messageries, ou marchandises à grande vitesse, transportées à un kilomètre, forment un total de 3 024 560 t., qui, à 6 voyageurs moyens l'une, équivalent, en voyageurs moyens transportés à un kilomètre, à 6 × 3 024 560 =. . .	18 147 360
Les chaises de poste, transportées à un kil., représentent un chiffre de 240 000 qui, à 9 voyageurs moyens l'une, font.	2 160 000
Les chevaux transportés à un kilomètre représentent un chiffre de 136 000 qui, à 5 voyageurs moyens l'un, font.	680 000
Les marchandises à petite vitesse transportées à un kilomètre sont de 27 943 120 tonnes qui, à 2 voyageurs moyens l'une, font.	55 886 240
Total des transports en Belgique en 1843, en prenant pour unité de transport un voyageur moyen transporté à un kil.	199 717 320

La dépense totale ayant été de 5 400 000 fr., la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, a dû être de

$$\frac{5\,400\,000}{199\,717\,320} = \;\ldots\ldots\ldots\; 0^{\text{fr.}}.0270$$

2° *Chemin de Paris à Orléans en* 1844.

(*Voir* le § 2 du renvoi placé à la suite de ces notes.)

La dépense aurait dû s'élever, d'après les prévisions du rapport aux actionnaires du 30 mars 1844, à.	2 450 000 f.
La circulation, en voyageurs moyens, aurait dû être, d'après les prévisions, d'environ.	85 000 000

Ce qui aurait donné pour la dépense par voyageur moyen et par kilomètre :

$$\frac{2\ 450\ 000}{85\ 000\ 000} = \ldots\ldots\ldots\ 0^{fr.}.028823$$

3° *Chemins de fer du Gard, en 1842, et en 1843.*

(*Voir* les §§ 3 et 4 du renvoi placé à la suite de ces notes.)

	En 1842.	En 1843.
Nombre de voyageurs transportés à un kilom.	9 294 259	8 953 790
Tonnes de marchandises à petite vitesse transportées à un kilomètre et transformées en voyageurs moyen, à 2 l'une :		
Pour 1842, 2 210 650 × 2 = ...	4 421 300	
Pour 1843, 2 270 110 × 2 = ...	»	4 540 220
Tonnes de houilles transportées à petite vitesse à un kilomètre et transformées en voyageurs moyens à 2 l'une :		
Pour 1842, 8 718 308 × 2 = ...	17 436 616	
Pour 1843, 12 154 394 × 2 = ...	»	24 308 788
Totaux de la circulation. . . .	31 152 175	37 802 798
La dépense a été de.	fr. 846 592 35	fr. 955 856.05

La dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, a donc été sur les chemins du Gard :

En 1842, de $\frac{846\ 592^{fr.}.35}{31\ 152\ 175} = \ldots\ldots\ldots\ 0^{fr.}.0271$

En 1843, de $\frac{955\ 856^{fr.}.05}{37\ 802\ 798} = \ldots\ldots\ldots\ 0^{fr.}.0252$

4° *Chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, du 1er avril 1843 au 31 mars 1844.*

(*Voir* le § 5 du renvoi placé à la suite de ces notes.)

La circulation a été :

En voyageurs moyens transportés à un kilomètre de.	14 616 810
En marchandises à grande vitesse de 305 785 ton. à un kilomètre, qui, à 6 voyageurs moyens l'une, font 6 × 305 785 =	1 834 710
De 26 179 374 tonnes de houille à petite vitesse, à un kilomètre, qui à deux voyageurs moyens l'une, font.	52 358 748
Chiffre total de la circulation, en voyageurs moyens transportés à un kilomètre. .	68 810 268

La dépense pendant la même année a été de 2 380 291fr..81

Soit, par voyageur moyen et par kilomètre, de

$$\frac{2\,380\,291^{fr.}.81}{68\,810\,268} = \ldots\ldots\ldots\ 0^{fr.}.0345$$

chiffre plus élevé que celui que nous avons trouvé pour les chemins précédents ; ce qui s'explique naturellement en observant qu'une partie des transports de houille, sur le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, s'opère encore avec des chevaux. Quand les chevaux auront disparu, et auront été remplacés par des machines, nous ne doutons pas que la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, ne descende au-dessous de 0fr..03, et ne se rapproche des prix auxquels nous sommes arrivé pour les chemins précédents.

5° *Chemin de Bâle à Strasbourg.*

(*Voir* le § 6 du renvoi placé à la suite de ces notes.)

Ce chemin est dans des circonstances particulières et exceptionnelles, qui rendent assez délicate sa comparaison avec d'autres chemins de fer; en effet, on n'y a pas, comme sur les autres chemins, fait circuler séparément des convois à petite vitesse portant les grosses marchandises, et des convois à grande vitesse contenant les voyageurs, et quelques objets spéciaux, tels que les bagages et les articles de messageries, les chaises de poste et les chevaux.

Les voyageurs ne se trouvant pas, sur cette ligne, en assez grand nombre pour alimenter un nombre raisonnable de convois, on a été conduit à transporter habituellement les marchandises avec les convois de voyageurs; on a ainsi des marchandises qui, sous le rapport de la dépense, devraient être assimilées à 6 voyageurs moyens par tonne, et sous le rapport de la recette à 2 voyageurs moyens seulement.

Le chiffre des voyageurs transportés à un kilomètre a été, en 1843, de.	23 014 997
Le nombre des tonnes de marchandises transportées à un kilomètre a été de 5 460 000 qui, en assimilant, sous le rapport de la dépense, chaque tonne à 6 voyageurs moyens, donnent, en voyageurs moyens à un kilomètre :	
$6 \times 5\,460\,000 =$. . . .	32 760 000
Total.	55 774 997

La dépense totale de l'année ayant été de 1 565 000 fr., nous trouvons pour les frais relatifs au transport d'un voyageur moyen à un kilomètre :

$$\frac{1\,565\,000}{55\,774\,997} = \ldots\ldots\ldots \quad 0^{fr}.0280$$

Mais ces assimilations ne seront plus exactes, sous le rapport de la recette, et il est nécessaire, pour les calculs ultérieurs que nous aurons à faire, d'adopter pour la dépense les mêmes assimilations que pour la recette; le nombre des voyageurs moyens que nous trouverons, sous le rapport de la recette, s'évaluera ainsi :

Voyageurs proprement dits..	23 014 997
Tonnes de bagages et d'articles de messageries $6 \times 117\,334 =$. . . .	704 004
Marchandises ordinaires $2 \times 5\,342\,666 =$	10 685 332
Total. . . . ,	34 404 333

Et la dépense, par voyageur moyen, sera de

$$\frac{1\,565\,000}{34\,404\,333} = \ldots\ldots\ldots \quad 0^{fr.}04548$$

prix exceptionnel, que nous aurons à expliquer tout à l'heure; mais, nous ferons remarquer, en attendant, que sur tous les autres chemins, belges et français, nous arrivons sensiblement au même prix pour les frais relatifs au transport d'un voyageur moyen à un kilomètre, savoir :

	fr.
Sur les chemins belges, en 1843.	0.0270
Sur le chemin d'Orléans, en 1844. . . .	0.02882
Sur les chemins du Gard, en 1842. . . .	0.0271
Sur les chemins du Gard, en 1843. . . .	0.0252
Sur le chemin de Saint-Étienne à Lyon. .	0.0345

(Nous avons expliqué ce dernier prix par l'emploi de chevaux pour le remorquage des waggons; ce mode de traction qui disparaîtra incessamment, existait encore en partie sur le chemin de Saint-Étienne à Lyon, en 1843.)

Ce résultat, au premier abord assez extraordinaire, peut s'expliquer ainsi :

Les frais, par kilomètre et par convoi, sont comme nous l'avons vu au commencement de cette note, à peu près les mêmes pour tous les chemins, soit d'environ $1^{fr.}.50$ pour la traction et l'entretien du matériel, et $1^{fr.}.50$ pour les autres services de l'exploitation, en tout, environ $3^{fr.}.00$, par convoi et par kilomètre de parcours.

Si donc, les convois de ces différents chemins, avaient, par hasard, la même charge moyenne, s'ils contenaient chacun le même nombre de voyageurs moyens, ou mieux encore, si cette charge moyenne n'éprouvait qu'une faible variation, analogue et proportionnelle à celle que subit, sur ces divers chemins, le prix même d'un convoi remorqué à un kilomètre, on comprendrait aisément comment et pourquoi la dépense par voyageur moyen transporté à un kilomètre, reste la même sur toutes les lignes que nous venons de considérer.

Or, c'est là précisément ce qui est arrivé.

En effet, sur un chemin donné, la charge moyenne d'un convoi, soit de voyageurs, soit de marchandises, telle que nous la comprenons, et telle que nous l'avons définie dans un précédent article, s'obtiendra en divisant le nombre total des voyageurs moyens transportés à un kilomètre, pendant le cours de l'année, par le nombre des kilomètres que tous les convois réunis auront parcourus ensemble, sur le même chemin, et pendant la même période de temps.

Ainsi, sur les chemins belges, en 1843, le nombre des voyageurs moyens transportés à un kilomètre a été de. 199 717 320

Le parcours développé de tous les convois ensemble, soit de voyageurs, soit de marchandises, a été de 1 874 080 kilomètres.

La charge moyenne d'un convoi, en voyageurs moyens, est donc de $\frac{199\,717\,320}{1\,874\,180} = 106.56$ voyageurs moyens.

Or, la dépense par convoi et par kilomètre, a été trouvée pour tous les frais de l'exploitation réunis de $2^{fr}.88$, ce qui fait revenir la dépense par voyageur moyen et par kilomètre à $\frac{2.88}{106.56} = 0^{fr}.0270$,

comme nous l'avons déjà vu plus haut, et comme cela doit être.

Nous trouverons, de même, que pour le chemin de Paris à Orléans, la charge d'un convoi, en voyageurs moyens, a dû être, d'après les bases admises dans les prévisions de la compagnie, de $\frac{85\,000\,000}{770\,118} = 110.37$ voyageurs moyens.

Et, comme la dépense, par convoi et par kilomètre, est de $3^{fr}.18$, elle se réduit, par voyageur moyen, à $\frac{3.18}{110.37} = 0^{fr}.02882$.

Sur les chemins de fer du Gard, la charge moyenne a été, en 1842, de $\frac{31\,152\,175}{395\,385} = 78.79$ voyageurs moyens;

et, en 1843, de $\frac{37\,802\,798}{435\,859} = 86.73$ voyageurs moyens.

La dépense par voyageur moyen, déduite du prix donné au commencement de cette note du parcours d'un convoi à un kilomètre, est :

$$\text{pour } 1842, \text{ de } \frac{2.1412}{78.79} = 0.^{fr}0271,$$

$$\text{et pour } 1843, \text{ de } \frac{2.193}{86.73} = 0^{fr}.0252.$$

La charge moyenne d'un convoi sur le chemin de Bâle à Strasbourg, en 1842, est de $\frac{34\,404\,333}{525\,000} = 65.53$ voyageurs moyens, et le prix, par convoi et par kilomètre, est de $2^{fr}.98$; ce qui porte la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, à $\frac{2.98}{65.53} = 0^{fr}.0455$.

Le chemin de Bâle à Strasbourg fait seul exception à la règle d'une dépense à peu près uniforme par voyageur moyen et par kilomètre, parce que, sur ce chemin, le prix du parcours d'un convoi à un kilomètre est sensiblement le même que sur les autres grandes lignes, et que la charge moyenne des convois est, au contraire, notablement plus faible que sur ces autres lignes.

Remarquons maintenant que sur les chemins belges, exploités aux frais, risques et périls de l'état, on ne perçoit ni l'impôt du dixième, ni aucun impôt analogue, et que le chiffre de $0^{fr}.0270$, auquel nous sommes arrivé, sur ces chemins, pour la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, aurait été d'environ $0^{fr}.0015$ à $0^{fr}.002$ plus élevé, si l'on avait prélevé sur les voyageurs, en Belgique, un impôt pareil à celui qui existe en France.

Ajoutons que sur les chemins du Gard, où les transports

sont pour la plus grande partie des transports de houille et de marchandises, l'impôt du dixième, qui ne se perçoit que sur les voyageurs, n'a pas dû non plus affecter sensiblement le prix du transport d'un voyageur moyen à un kilomètre, et que ce prix aurait été un peu plus élevé que nous ne l'avons trouvé, si l'on avait eu moins de marchandises et plus de voyageurs à transporter.

Nous croyons pouvoir conclure de tout ce qui précède, (en prenant une latitude de 1/30 environ, bien permise dans des calculs de ce genre), que, sur nos grandes lignes de voyageurs, la dépense probable à faire, par voyageur moyen et par kilomètre, sera d'environ $0^{fr.}.03$; c'est-à-dire, correspondra à un prix de 3 francs par convoi et par kilomètre de parcours, et à une charge moyenne, par convoi, de 100 voyageurs moyens.

Sur ce prix, de $0^{fr.}.03$, la moitié, soit $0^{fr.}.015$, représentera les frais relatifs à la traction et à l'entretien du matériel, et l'autre moitié, les frais relatifs à tous les autres services de l'exploitation, bien entendu par unité de transport, c'est-à-dire, par voyageur moyen et par kilomètre.

Si, par la force des choses, et par la nature et la disposition des transports, on ne peut arriver communément à cette charge de 100 voyageurs moyens, il faudra, pour que la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, reste à peu près ce que nous venons de la trouver, que, (comme cela arrive sur les chemins du Gard), le prix du parcours d'un convoi à un kilomètre baisse ou diminue dans la même proportion que la charge moyenne du convoi.

Si, au contraire, comme cela se présente sur le chemin de Strasbourg, cette charge moyenne diminue sans que la dépense, par convoi et par kilomètre, diminue en même temps, et dans la même proportion, la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, s'élèvera au-dessus des chiffres que nous venons de déterminer, et les règles que nous établirons dans la note N° 4, relativement à l'ap-

préciation des produits d'un chemin à ouvrir, ne seront plus, dans un cas pareil, susceptibles d'application.

6° *Chemins de fer anglais en* 1842.

Nous manquons de renseignements précis et détaillés sur ces chemins, et nous ne pouvons qu'effleurer la question, au moyen de quelques chiffres qui nous ont été fournis par le rapport du comité des chemins de fer anglais.

Ainsi, ce rapport établit, dans un tableau des dépenses et des recettes faites sur un grand nombre de chemins, offrant ensemble un développement de 2181 kilomètres, que la recette brute sur tous ces chemins réunis s'est élevée, en 1842, à 110 880 000 fr., et la dépense, pendant la même année, à 47 880 000 fr.

Or, comme la recette brute moyenne sur ces chemins a été, par voyageur moyen et par kilomètre, ainsi que nous l'avons vu dans la note N° 2, de. . . . . $0^{fr}.1118$ il s'ensuit, que si nous admettons dans nos calculs les assimilations relatives à la recette, c'est-à-dire si nous portons dans nos comptes une tonne de marchandises à petite vitesse, par exemple, pour autant de fois un voyageur moyen que le tarif par voyageur de $0^{fr}.1118$ sera contenu dans le tarif de la tonne de marchandises à petite vitesse, et si nous en faisons autant pour tous les autres articles de transports, il s'ensuit, disons-nous, que nous obtiendrons le nombre des voyageurs moyens, ou objets équivalents, qui ont été transportés à un kilomètre sur les chemins anglais que nous considérons, pendant l'année 1842, en divisant la recette brute totale de 110 880 000 fr., par la recette brute moyenne relative à l'unité de transport, qui est de $0^{fr}.1118$; et le nombre des voyageurs moyens, ou objets équivalents, transportés à un kilomètre sur les chemins anglais dont nous nous occupons, pendant l'année 1842, pourra être évalué à $\frac{110\,880\,000}{0.1118} = 991\,770\,000$ voyageurs moyens à un kilomètre.

et la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, sera de $\frac{47\,880\,000}{991\,770\,000} = 0^{fr}.0483$, chiffre bien plus élevé que celui que nous avons trouvé pour les chemins belges et français.

D'où vient cette différence, et comment l'expliquer ?

Et d'abord, nous trouvons dans le rapport du comité des chemins de fer anglais que l'impôt général et local est, en Angleterre, par voyageur, de $0^{d}.160$ par mille, ou de $0^{fr}.0104$ par kilomètre, tandis qu'il est nul en Belgique, et insignifiant en France (il n'est guère dans notre pays que de $0^{fr}.0026$ par voyageur et par kilomètre), ce qui doit déjà amener, dans la comparaison que nous cherchons à établir, sur le prix trouvé ci-dessus de $0^{f}.0483$, une diminution de $0^{fr}.0052$ (16) environ, et le réduire en conséquence à $0^{fr}.0431$.

Mais c'est là encore un prix de $0^{f}.013$ environ plus élevé que celui auquel nous sommes arrivé pour les chemins belges et français.

Cette différence est due tout entière à ce que, sur les chemins anglais, les convois, par suite, sans doute, des besoins et des exigences du public, paraissent être beaucoup plus nombreux, et, par suite aussi, moins chargés que sur les chemins belges et français.

Ainsi, la charge moyenne d'un convoi du chemin de Londres à Birmingham, comme nous l'avons déjà dit, n'est que de 56 voyageurs 3/4, tandis que cette charge moyenne est, sur les chemins belges et français, de 100 voyageurs et plus.

---

(16) L'impôt, en Angleterre, est, par voyageur et par kilomètre, de. . . . . fr. 0.0104
Il est, en France, de. 0.0026
Différence. 0.0078
soit, par voyageur moyen, en supposant que les voyageurs réels produisent les 2/3 de la recette totale, et les marchandises l'autre tiers, comme cela a lieu en Angleterre et en Belgique. . . . 0.0052

Ainsi, sur le chemin de Londres à Birmingham, le nombre des convois journaliers, pour voyageurs et pour marchandises, tant dans un sens que dans l'autre, est de 28, tandis que, sur le chemin de fer de Paris à Orléans, où la circulation n'est guère moins active que sur le chemin anglais, le nombre des convois, pour les voyageurs et les marchandises, n'est que de 14 à 16 par jour, entre Paris et Orléans.

Un extrait du rapport du comité des chemins de fer anglais démontrera et confirmera l'explication que nous venons de donner de la différence qui existe entre la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, en Angleterre d'une part, et en France et en Belgique de l'autre.

« La dépense, par voyageur et par mille, sur le chemin » de Londres à Birmingham, semble avoir été approximativement, dans le dernier semestre de 1842, de. . 0[d].887.

» Savoir :

NATURE DES DÉPENSES.	COÛT par voyageur et par mille en deniers.	COÛT par voyageur et par kilomètre en centimes.
	den.	fr.
Entretien du chemin.	0.15	0.00975
Frais généraux.	0.20	0.0130
Direction et exploitation générale. . . .	0.04	0.0026
Dépenses courantes.	0.39	0.02535
Dépréciation.	0.09	0.00585
	0.480	0.03120
Impôt local et général.	0.160	0.01040
Force locomotive.	0.247	0.01605
(17)	0.887	0.05765

» Mais si le nombre des voyageurs avait été quatre fois

(17) Ce prix de 0fr..05765 donné par le rapport du comité des chemins de fer anglais diffère de 0fr..00935 de celui auquel nous sommes

» plus grand, c'est-à-dire à peu près en proportion avec » la puissance locomotive dont on dispose, le coût de la » force locomotive par voyageur n'eût été que de o^d.06 (de- » niers) par mille anglais (ou de o^fr.004 par kilomètre).

» Dans ce cas, ajoute le rapport, la dépense relative » à l'entretien de la voie eût été augmentée probablement » d'environ 20 pour 100, et les frais de trafic en général » de 50 pour 100, tandis que la dépense de l'administra- » tion générale fût demeurée invariable, de sorte que les » dépenses auraient été ainsi qu'il suit :

NATURE DES DÉPENSES.	PAR VOYAGEUR et par mille en deniers.	PAR VOYAGEUR et par kilomètre en centimes.
	den.	fr.
Entretien de la voie.	0.045	0.002925
Frais du trafic en général	0.075	0.004875
Force locomotive.	0.060	0.003900
Administration générale.	0.010	0.000650
	0.190	0.012350

Ainsi, le comité des chemins de fer anglais admet ce résultat que, si, pour une charge moyenne par convoi de 60 voyageurs, la dépense, par voyageur et par kilomètre, est, abstraction faite de l'impôt local et général, et du fonds relatif à la dépréciation de la voie, de o^fr.04140, c'est-à-dire, de. . . o^fr.05765 — o^fr.0104 — o^fr.00585; cette même dépense, par voyageur et par kilomètre,

arrivé tout à l'heure, et qui était de o^fr.0483: cela tient : 1° à ce que le prix ci-dessus paraît avoir été obtenu en ne faisant porter la dépense que sur les voyageurs, tandis que notre premier prix a été évalué en répartissant la dépense entre toutes les natures de transports, en un mot, entre les voyageurs moyens; 2° à ce que la dépense faite pour le payement de l'impôt, par voyageur et par kilomètre, ressort dans le prix ci-dessus tout entière, tandis que, dans notre premier prix, elle est répartie entre tous les voyageurs moyens; 3° enfin, à ce qu'il s'agit ici d'un chemin particulier, celui de Londres à Birmingham, tandis que notre premier prix représente une moyenne entre les dépenses faites sur un grand nombre de chemins.

descendra à. . . . . $0^{fr}.01235$
si la charge moyenne du convoi passe, ou s'élève, de 60 à 240 voyageurs.

Or, que l'on introduise, entre ces deux hypothèses, celle qui se produit sur les grands chemins de France et de Belgique, d'une charge s'élevant communément par convoi à 100 voyageurs moyens environ, et l'on arrivera, à peu près exactement, au prix, par voyageur et par kilomètre, que nous avons donné pour les chemins belges et français, de $0^{fr}.029$.

C'est ce que prouve le calcul que nous avons reporté au paragraphe 7 du renvoi placé à la suite de ces notes.

Mais, nous dira-t-on, sans doute, comment se fait-il que les Anglais, qui apportent dans les affaires un esprit si intelligent et si positif, n'aient pas compris cette vérité, et n'aient pas, en conséquence, réduit, sur chaque chemin de fer, le nombre de leurs convois, de manière à augmenter forcément la charge moyenne de chacun d'eux, et à réduire ainsi la dépense par voyageur ou par tonne de marchandises?

Nous répondrons que, pour une compagnie comme pour un commerçant en général, il ne s'agit pas seulement de réduire la dépense, mais, surtout et avant tout, d'augmenter la recette nette que procure une industrie quelconque.

Or, 20 convois par jour, donnant chacun un bénéfice net de 100 francs, je suppose, valent mieux que 10 convois ne donnant chacun qu'un bénéfice net de 150 fr., quoique, dans le premier cas, la dépense puisse être une partie proportionnellement bien plus grande que dans le second de la recette brute totale ; de plus, des convois nombreux et répétés font, pour ainsi dire, naître les voyageurs, et sont de nature à augmenter considérablement la circulation, et par suite aussi la recette.

C'est l'histoire des petites voitures qui desservent les environs de Paris, et qui partent toutes les demi-heures sans être pleines ; c'est l'histoire de nos omnibus partant

tous les quarts d'heure : mieux vaut pour ces entreprises réaliser à chaque instant un petit bénéfice, que de n'en toucher un plus considérable qu'à de longs intervalles, quoique, nous le répétons, la dépense, relativement à la recette brute totale, puisse être beaucoup plus forte dans le premier cas que dans le second.

Il y a pour chaque chemin de fer, dans la fixation du nombre des convois à faire circuler sur la ligne, un problème d'exploitation digne des plus sérieuses réflexions. Peut-être, en Angleterre, les convois sont-ils trop nombreux ; peut-être en France ne le sont-ils pas assez ? Il ne nous est pas permis, on le conçoit, d'émettre à cet égard une opinion : l'expérience est la seule autorité qui puisse rendre, en pareille matière, des jugements sans appel.

Il nous reste à traiter une question qu'on a peut-être un peu négligée jusqu'à ce jour, et qui, cependant, est d'une grande importance.

Nous voulons parler de la dépréciation du chemin, et notamment du dépérissement des traverses, dont le renouvellement, au bout d'un petit nombre d'années, viendra augmenter, d'une manière notable, les frais annuels relatifs à l'entretien de la voie.

Tous les rapports que nous avons pu consulter se taisent, ou à peu près, sur cet objet ; le comité des chemins de fer anglais signale l'importance de la question, mais déclare ne pouvoir y répondre par aucun document précis, et il admet, comme une hypothèse qu'il ne cherche point à expliquer, une somme de 0fr.00585, par voyageur et par kilomètre, pour couvrir cette dépréciation. M. Perrot, dans le remarquable écrit que nous avons si souvent cité dans le cours de ces notes, établit, par des considérations qui nous paraissent incontestables, que le renouvellement seul des traverses en chêne exigera sur les chemins belges, avant peu d'années, une dépense an-

nuelle de 1 000 000 fr. Or, la dépense totale annuelle sur ces mêmes chemins n'est aujourd'hui que d'environ 5 400 000 fr.; le renouvellement des traverses augmentera donc cette dépense de 19 pour 100 par an, et si la circulation n'augmente pas, ce renouvellement produira, sur le prix de transport d'un voyageur moyen à un kilomètre, une augmentation de $\frac{19}{100} \times 0.027$ ou de $0^{fr}.00513$, et portera le prix actuel du transport de $0^{fr}.027$ à $0^{fr}.032$; mais il n'y aura pas seulement des traverses à remplacer, il y aura, en outre, dans la voie, des rails, des sabots, des coins et des chevillettes; dans les ouvrages d'art, des charpentes; et dans le matériel roulant, des machines et des voitures à renouveler: et nous croirions être plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité, en portant pour cette dépréciation un chiffre de $0^{fr}.01$ par voyageur moyen transporté à un kilomètre.

Mais il nous semble que c'est là un article de dépense à peu près indépendant de la circulation qui s'établit sur chaque chemin; c'est le temps, surtout, qui amène peu à peu le dépérissement des traverses, et qui oblige à les renouveler, or, le temps agira sensiblement de la même manière sur les chemins très-fréquentés que sur les chemins qui le seront moins, et si l'on portait pour couvrir cette dépense un supplément au prix du transport d'un voyageur moyen à un kilomètre, on risquerait d'arriver à un chiffre trop élevé pour les chemins où la circulation est active, et à un chiffre trop bas pour les chemins où la circulation est faible.

Nous croyons donc qu'il conviendrait, pour couvrir cet article de dépense, de faire un fonds de réserve, que l'on composerait au moyen d'une retenue opérée chaque année sur les produits nets de l'entreprise, retenue qui diminuerait, il est vrai, les dividendes à répartir annuellement aux actionnaires, mais qui n'exposerait pas une

compagnie à se trouver, au bout d'un certain temps, grevée d'une dépense d'entretien tout à fait extraordinaire, dépense qui pourrait être assez forte pour absorber la totalité des revenus de son entreprise, pendant les trois ou quatre années pendant lesquelles devra s'opérer le renouvellement des matériaux entrant dans la composition des voies.

Ce fonds de réserve, que j'estime ici un peu arbitrairement, me semblerait devoir être fixé annuellement à environ 4 000 fr. par kilomètre de double voie; c'est-à-dire qu'en 20 ans on payerait ainsi une somme représentant le prix de la double voie, estimé à 80 000 fr. par kilomètre.

Or, si les rails durent plus de 20 ans, ce qui est douteux, les traverses ne dureront guère, d'après M. Perrot, (et nous partageons à cet égard l'opinion qu'il a émise dans son écrit), que 10 à 12 ans, et les 4 000 fr. que nous portons, par kilomètre de double voie et par an, seront plutôt faibles que forts, quand il s'agira de couvrir toutes les dépenses que nécessitera le renouvellement des voies et de leurs accessoires, des charpentes des ouvrages d'art, et d'une partie du matériel roulant; car ce matériel, malgré les dépenses annuelles affectées à son entretien et à sa conservation, exigera de temps en temps que certaines de ses parties soient refaites à neuf.

NOTE N° 4.

—

DES PRODUITS NETS

DE QUELQUES CHEMINS DE FER EXISTANTS, ET DES ÉLÉMENTS A CONNAITRE, ET DES BASES A ADMETTRE, POUR ÉVALUER APPROXIMATIVEMENT LE PRODUIT FUTUR, OU LA RECETTE NETTE PROBABLE, D'UN CHEMIN DE FER A OUVRIR.

Pour établir, entre les différents chemins de fer dont nous avons à parler, des termes de comparaison simples et faciles, nous ramènerons, ou nous rapporterons à un kilomètre moyen de chemin exploité, tous les chiffres relatifs, soit au coût de premier établissement, soit aux recettes brutes ou nettes, soit aux dépenses d'exploitation, soit, enfin, à la circulation des voyageurs et des marchandises.

1° *Des chemins belges* (année 1843).

La recette brute totale opérée sur les chemins belges, en 1843, a été, d'après le *Journal des chemins de fer* du 15 juin 1844, de.	8 994 539 fr.
La dépense, sur ces mêmes chemins, et pendant la même année, a été de.	5 400 000
Le produit net a donc été de.	3 594 539

Enfin, le nombre des *voyageurs moyens* transportés à un kilomètre (18), pendant l'année 1843, sur ces mêmes chemins, a été, comme nous l'avons vu dans la note N° 3, de 199 717 320.

La longueur des chemins exploités en Belgique, en 1843, étant d'ailleurs de 497 kilomètres, nous aurons, sur les chemins belges, *par kilomètre moyen :*

(18) *Voir* à la note N° 3 ce que nous entendons par *un voyageur moyen*.

Pour le chiffre de la circulation en voyageurs moyens

$\frac{199\,717\,320}{497} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 401\,845$

Pour la recette brute $\frac{8\,994\,539}{497} = \ldots\ldots\ 18\,097$ fr.

Pour la dépense $\frac{5\,400\,000}{497} = \ldots\ldots\ldots\ 10\,865$

Pour la recette nette $\frac{3\,597\,539}{497} = \ldots\ldots\ 7\,232$

Le kilomètre moyen de chemin de fer en Belgique ayant coûté, pour premier établissement, 300 000 fr., il s'ensuit que le produit de l'année 1843 a été de

$\frac{7\,232}{3\,000} = 2^{fr}.41$ pour 100 fr.;

c'est-à-dire qu'en Belgique les chemins de fer rapportent environ 2 1/2 pour 100 du capital déboursé pour leur construction.

Mais il faut remarquer qu'en Belgique les tarifs sont extrêmement faibles, à peu près exactement les 2/3 de ce qu'ils seront en France, si le gouvernement et les chambres maintiennent, pour ces tarifs, les bases qu'ils ont admises dans les lois de concession de l'année dernière.

Si l'on avait appliqué, en 1843, sur les chemins belges, les tarifs que nous établissons en France, et, si, malgré cette augmentation dans les prix des transports de toutes natures, le nombre des voyageurs et le tonnage des marchandises, en un mot, la circulation, fussent restés exactement les mêmes, on aurait eu pour la recette brute par kilomètre, environ (19). . . . . 27 145 f.
la dépense serait restée la même, c'est-à-dire de. 10 865
la recette nette eût donc été par kilomètre de 16 280

(19) On paye, en Belgique, par voyageur et par kilomètre, en

c'est-à-dire de $\frac{16\,280}{3000} = 5.43$ pour 100 du capital affecté à la construction des chemins de fer.

Mais ne perdons pas de vue que, si l'on eût ainsi augmenté les tarifs de moitié, la circulation ne serait certainement pas restée ce qu'elle a été, et qu'elle eût diminué, dans une proportion qu'il ne nous est pas possible, on le comprend, d'apprécier même approximativement.

Le calcul que nous donnons ici est donc simplement un renseignement curieux.

Des chiffres qui précèdent, nous concluons que la recette brute, par voyageur moyen et par kilomètre, a été, en Belgique, en 1843, de $\frac{18\,097}{401\,845} = \ldots\ldots$ 0fr.0450

Que la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, a été de $\frac{10\,865}{401\,845} = \ldots\ldots\ldots$ 0fr.0270

Enfin que la recette nette, par voyageur moyen et par kilomètre, a été de $\frac{7\,232}{401\,845} = \ldots$ 0fr.01800

2° *Des chemins anglais* (en 1842).

La recette brute totale opérée sur les principales lignes d'Angleterre a été, en 1842, de. . . . . . 110 880 000fr.

La dépense totale, sur ces mêmes chemins, a été de. 47 880 000

Le produit net a donc été de. 63 000 000

---

moyenne. . . . . fr. 0.044

Et en France. 0.070

Et par tonne de marchandises à petite vitesse et par kilomètre, en Belgique. 0.084

Et en France environ. 0.14

On voit donc, comme nous le disions tout à l'heure, que, pour les deux principales espèces de transports, les tarifs français sont à peu près une fois et demie aussi forts que les tarifs belges; la recette brute de 18097 fr. par kilomètre, obtenue avec les tarifs belges, se fût donc élevée, avec les tarifs français, en supposant toujours, bien entendu, la même circulation, à 27 145 fr.

Le nombre des voyageurs moyens transportés à un kilomètre a été (d'après l'évaluation approximative que nous en avons faite dans la note N° 3) de. . . 991 770 000.

Enfin, la longueur développée des lignes que nous considérons ici, et dont nous avons trouvé les comptes récapitulatifs dans le rapport du comité des chemins de fer anglais, est de. . . . . 2181 kil.

Nous en concluons que, sur les chemins anglais, en 1842, *par kilomètre moyen :*

Le chiffre de la circulation, *en voyageurs moyens*, a été de $\frac{991\,770\,000}{2181}$ = ... 454 731

La recette brute de $\frac{110\,880\,000}{2181}$ = ... 50 839 fr.

La dépense de $\frac{47\,880\,000}{2181}$ = ... 21 953

La recette nette de $\frac{63\,000\,000}{2181}$ = ... 28 886

Le kilomètre moyen des chemins anglais revenant à 538 000 fr., il s'ensuit que le produit de l'année 1842 a été de $\frac{28\,886}{5380} = 5.37$ pour 100 du capital affecté à la construction de ces chemins.

Mais il faut remarquer qu'en Angleterre les tarifs sont beaucoup plus élevés qu'en France ; on peut dire que ces tarifs sont, dans les deux pays, au moins pour les voyageurs, dans le rapport de 0.1118 à 0.070 ou de 112 à 70, ou de 1.6 à 1.

Admettons que la proportion soit la même pour les tarifs de marchandises, et cherchons quel eût été, sur les chemins anglais, le produit net que l'on eût obtenu, en 1842, avec les tarifs français, en supposant que la circulation, malgré la réduction des prix, n'eût pas augmenté,

et fût restée, avec les tarifs français, ce qu'elle a été avec les tarifs anglais.

La recette brute par kilomètre moyen de 50 839 fr. se fût réduite à $\frac{50\,839}{1.6}$ = ... 31 774 fr.

La dépense serait restée la même de. 21 953

Et la recette nette eût été de. 9 821

soit de $\frac{9821}{5380}$ = 1.83 pour 100 du capital affecté à la construction des chemins.

Il est vrai qu'avec les tarifs français, notablement inférieurs aux tarifs anglais, la circulation eût été probablement beaucoup plus grande; mais enfin le résultat que nous donnons ici est celui que l'on eût obtenu, si la circulation fût restée, avec les tarifs français, ce qu'elle a été avec les tarifs anglais. Si ce produit est si minime, cela vient : 1° de l'impôt de 0fr..0104, par voyageur et par kilomètre, que l'on perçoit sur les chemins anglais, et qui augmente considérablement la dépense; 2° de la charge moyenne un peu faible des convois sur ces mêmes chemins, si l'on juge du moins de cette charge par celle des convois de la ligne de Londres à Birmingham; circonstance qui est encore de nature à augmenter la dépense; 3° enfin, du chiffre élevé du coût de premier établissement des chemins anglais.

Nous concluons, des chiffres qui précèdent, que sur les chemins anglais, en 1842, la recette brute, par voyageur moyen et par kilomètre, a été de $\frac{50\,839}{454\,731}$ = . . fr. 0.1118

La dépense de $\frac{21\,953}{454\,731}$ = ... 0.0483

Et, enfin, la recette nette de $\frac{28\,886}{454\,731}$ = . . . 0.0635

Nous croyons devoir, en passant, citer ici, sur l'exploitation générale des chemins de fer anglais, un extrait, qui nous a paru intéressant, du rapport du comité des chemins de fer.

« Le droit, assuré au public par les actes de concessions » des chemins de fer, de faire circuler ses propres machines et voitures sur un chemin de fer, est une lettre » morte.

» 1° Parce qu'il n'y aurait pas sécurité à faire circuler » des trains rivaux sur une même ligne de chemin de fer;

» 2° Parce qu'aucune disposition n'a été prévue pour » assurer aux trains indépendants, et à leurs machines, » l'accès et l'usage des stations, des dépôts de locomotives, » des réservoirs d'eau, etc., le long de la ligne.

» 3° Parce que le taux des droits de péage fixés par les » actes du parlement est presque toujours si élevé qu'il » serait impossible à un tiers d'organiser un service d'exploitation, même si les autres obstacles que nous venons » de signaler n'existaient pas. La concurrence sur une » même ligne, entre deux compagnies différentes, est » donc impossible.

» La concurrence sur deux lignes rivales n'a pas été plus » efficace; dans plusieurs circonstances, la concurrence » que l'on avait cherché à établir n'a duré que peu de temps, » entre deux chemins de fer placés de manière à pouvoir » rivaliser pour des portions du même trafic; mais comme » cette concurrence ne pouvait avoir lieu qu'entre deux » parties qui avaient tout à perdre en y persévérant, elle » a invariablement fini par un arrangement amiable, à la » suite duquel le public a été forcé de payer au moins » aussi cher, et généralement plus cher, que s'il n'y avait » eu qu'une ligne unique. »

Le rapport donne, à l'appui de cette remarque, plusieurs exemples curieux.

Il finit en déclarant que le monopole des chemins de fer est absolu, en ce qui concerne le transport des voyageurs,

contrairement aux intentions du parlement, qui a dressé les actes de concession, et même sans que ce monopole ait été recherché par ceux qui ont sollicité et obtenu les concessions de ces chemins de fer.

En ce qui concerne le transport des marchandises, il considère la concurrence comme possible par les canaux.

3° *Du chemin de fer de Paris à Orléans.*

	fr.
La recette brute totale devait être, d'après les prévisions, en 1844, de.	6 180 000
Les dépenses, toujours d'après les prévisions du rapport du 30 mars 1844, devaient être de	2 450 000
La recette nette, si les prévisions s'étaient réalisées, aurait donc été de.	3 730 000
Enfin, le nombre des voyageurs moyens transportés à un kilomètre aurait dû être, d'après nos calculs, de.	85 000 000

La longueur des chemins de fer d'Orléans et de Corbeil réunis étant de 133 kilomètres, nous aurions, sur ces deux chemins, d'après les prévisions, *par kilomètre moyen :*

Pour le chiffre de la circulation en voyageurs moyens $\frac{85\,000\,000}{133}$ = ... 639 097

Pour la recette brute $\frac{6\,180\,000}{133}$ = ... 46 466 fr

Pour la dépense $\frac{2\,450\,000}{133}$ = ... 18 421

Pour la recette nette $\frac{3\,730\,000}{133}$ = ... 28 045

Le capital dépensé étant, par kilomètre moyen, de. . . . . 368 500 fr.
le revenu du chemin de Paris à Orléans serait, toujours

d'après les prévisions du rapport du 31 mars 1844, de $\frac{28\,045}{3685} = 7.61$ pour 100 des fonds déboursés pour sa construction.

Les produits réels de 1844 ayant dépassé les prévisions du 31 mars, il est probable que l'intérêt produit par le fait est un peu plus fort que nous ne l'indiquons ici.

On déduit des chiffres qui précèdent que, sur le chemin de fer de Paris à Orléans, en 1844, toujours d'après les prévisions de la compagnie :

La recette brute par voyageur moyen aurait dû être de

	fr.
$\frac{46\,466}{639\,097}$ = ...	0.07270
La dépense de $\frac{18\,421}{639\,097}$ = ...	0.02882
La recette nette de $\frac{28\,045}{639\,097}$ = ...	0.04388

4° Du chemin de fer de Bâle à Strasbourg.

Recette brute totale en 1843.	2 146 753
Dépense totale.	1 565 001
Différence ou recette nette.	581 752

La circulation, exprimée en voyageurs moyens transportés à un kilomètre, a été de. . . . . . 34 404 333.

La longueur de ce chemin étant d'ailleurs de 141 kilomètres, on en conclut que, par kilomètre moyen, en 1843,

1° La recette brute a été de $\frac{2\,146\,753}{141}$ = .	15 225 fr.
2° La dépense a été de $\frac{1\,565\,001}{141}$ = ...	11 100
3° La recette nette a été de $\frac{581\,752}{141}$ = . . .	4 125

Et le prix de la construction du chemin étant d'environ 300 000 fr. par kilomètre, on voit que le produit net du chemin de Bâle à Strasbourg, ou l'intérêt du capital affecté à la construction de ce chemin, n'a été, en 1843, que de : $\frac{4\,125}{3\,000} = 1.37$ pour 100.

Le chiffre de la circulation, par kilomètre moyen, est de $\frac{34\,404\,333}{141} =$ 244 002

et la recette brute, par voyageur moyen et par kilomètre, est de $\frac{15\,225^{\text{fr.}}}{244\,002} =$ . . . . $0.0623^{\text{fr.}}$

La dépense de $\frac{11\,100^{\text{fr.}}}{244\,002} =$ 0.0454

Et la recette nette de $\frac{4\,125^{\text{fr.}}}{244\,002} =$ 0.0169

Nous ne parlerons pas ici des chemins du Gard, ni du chemin de Saint-Étienne à Lyon, dont l'établissement a eu pour but principal le transport des charbons ; notre intention étant surtout, dans le présent écrit, de faire connaître les résultats de l'exploitation des grandes lignes de voyageurs.

Il s'agit maintenant d'établir les bases d'après lesquelles on peut évaluer approximativement les produits probables d'un chemin de fer à ouvrir.

On admet quelquefois que la dépense, et par conséquent la recette nette, sont égales chacune à la moitié, ou à 50 pour 100, de la recette brute totale.

C'est là une règle qui n'est évidemment pas applicable à des chemins dont les tarifs sont différents ; car admettons, pour un instant, que, sur deux chemins, dont l'un aurait des tarifs deux fois aussi élevés que l'autre, la circulation

et la dépense soient exactement les mêmes; il arrivera évidemment que, si cette dépense est, sur le chemin aux tarifs simples, de 50 p. 100 de la recette totale, elle ne sera, sur le chemin aux tarifs doubles, que de 25 p. 100 de la recette totale ; cette seconde recette étant double de la première, et la dépense étant par hypothèse la même sur les deux chemins de fer.

Mais pour des chemins dont les tarifs seront les mêmes, pour lesquels les éléments des dépenses n'offriront rien de trop exceptionnel, et où la circulation sera assez active pour que les convois aient une charge moyenne convenable, et approximativement la même, de 100 à 110 voyageurs moyens, la dépense, et par suite aussi la recette nette, seront à la recette brute dans des rapports à peu près constants ; rapports que l'on peut évaluer approximativement pour les chemins français, avec les tarifs admis dans les derniers cahiers de charges, ainsi qu'il suit :

	fr.
La recette brute, par voyageur moyen et par kilomètre, étant, y compris l'impôt du 10e, de. . .	0.07
et la dépense ; pour la même unité de transport, restant à peu près (sur des chemins convenablement fréquentés), y compris encore l'impôt du 10e, de.	0.03
la recette nette, par voyageur moyen et par kilomètre, sera de.	0.04

c'est-à-dire, par conséquent, que la dépense sera les $\frac{3}{7}$, ou les $\frac{43}{100}$, de la recette brute ; et la recette nette les $\frac{4}{7}$, ou les $\frac{57}{100}$, de cette même recette brute.

Connaissant donc le chiffre de la circulation annuelle, *en voyageurs moyens*, qui doit s'opérer par kilomètre sur une de nos grandes lignes, soit A ce chiffre, nous aurons :

Pour la recette brute annuelle à obtenir sur ce chemin,

	fr.
par kilomètre moyen.	0.07 A
Pour la dépense annuelle, encore par kilom.	0.03 A
Et enfin pour la recette nette annuelle, toujours par kilomètre moyen (20).	0.04 A

recette nette, dont il y aura à déduire, selon nous, une somme de 4000 fr., à titre de fonds de réserve, pour le renouvellement de la voie.

Ainsi, soit un chemin sur lequel la circulation est estimée devoir s'élever par année à

Voyageurs.	426 000
Tonnes de bagages et d'articles de messageries ou de marchandises à grande vitesse.	10 000
Tonnes de marchandises à petite vitesse. . .	90 000

parcourant la distance entière.

Ce que nous appelons le chiffre de la circulation, exprimé en voyageurs moyens, sera sur ce chemin de :

$$426\,000 + 6 \times 10\,000 + 2 \times 90\,000 = 666\,000$$

en nous rappelant que nous assimilons une tonne de marchandises à grande vitesse à 6 voyageurs moyens, et une tonne de marchandises à petite vitesse à 2 voyageurs moyens.

La recette brute annuelle probable sera, sur ce chemin, par kil. moyen, de $666\,000 \times 0^{fr}.07 =$	fr. 46 620
la dépense annuelle probable de $666\,000 \times 0^{fr}.030 =$	19 980
et la recette nette probable de $666\,000 \times 0^{fr}.04 =$	26 640

(20) Il est inutile de faire remarquer ici que le coefficient de 0 07 varierait si l'on modifiait les tarifs ; le coefficient de 0^{fr} 030, relatif à la dépense, dépend surtout de la charge moyenne des convois.

Si ce chemin doit coûter, en moyenne, 400 000 fr. par kilomètre, il rapportera donc

$$\frac{26\,640}{4\,000} = \ldots\ldots \quad 6.66 \text{ p. } 100$$

du capital affecté à sa construction, en faisant abstraction du fonds annuel qu'il conviendrait, selon nous, de mettre chaque année en réserve, pour le renouvellement des matériaux entrant dans la composition des voies.

Et, si l'on veut avoir égard, comme nous le croyons juste et nécessaire, à la formation de ce fonds de réserve, que nous estimons devoir être de 4 000 fr. par kilomètre et par année, nous trouverons que la recette nette annuelle se réduira par kilomètre, pour le chemin que nous considérons, à

$$26\,640 - 4\,000 = \ldots\ldots \quad 22\,640$$

et son revenu réel sera de

$$\frac{22\,640}{4\,000} = \ldots\ldots \quad 5.66 \text{ p. } 100$$

du capital nécessaire pour sa construction, revenu dont il y aura lieu de déduire encore l'amortissement, lequel dépendra de la durée de la concession.

Notre but, dans le présent écrit, n'étant pas d'apprécier la valeur de nos différents chemins de fer, mais uniquement d'indiquer la marche qu'il convient, selon nous, de suivre, pour opérer approximativement cette appréciation, nous ne donnerons l'application de nos calculs à aucun chemin en particulier.

Nous ferons remarquer seulement que deux éléments sont indispensables pour pouvoir effectuer de pareils calculs, et que ces deux éléments, très variables avec chaque chemin de fer, ne peuvent être appréciés ou évalués que par une étude consciencieuse et approfondie de chaque affaire.

Ces deux éléments sont :

1° Le capital à affecter, par kilomètre moyen, à la construction et à la mise en exploitation du chemin;

2° Le chiffre probable, sur ce même chemin, de la circulation en voyageurs proprement dits, en marchandises à grande et à petite vitesse, ou, en un mot, *en voyageurs moyens*.

On conçoit combien l'exacte détermination de ces deux éléments importe à l'étude d'une affaire, sous le point de vue financier.

Ainsi, un chemin coûte, pour son premier établissement, *un million* par kilomètre, et rapporte 1 pour 100; l'affaire est évidemment mauvaise; mais si ce même chemin n'eût coûté, pour sa construction, que 100 000 fr. par kilomètre (comme l'exploitation donne exactement les mêmes résultats, quelle que soit la dépense de premier établissement), le chemin produirait 10 pour 100 du capital affecté à sa construction, et l'affaire serait excellente.

Le chiffre de la circulation probable n'est pas moins important à connaître.

Ce chiffre de la circulation probable a été en général évalué de la manière suivante :

On a supposé que le chemin de fer s'approprierait tous les transports de marchandises, soit à grande, soit à petite vitesse, qui s'opèrent aujourd'hui par les voies de terre ordinaires que le chemin de fer est appelé à remplacer, mais qu'aucun transport ne serait enlevé aux voies navigables, parallèles ou latérales à la voie de fer; on a supposé, en outre, pour les voyageurs, que la circulation qui existe actuellement sur ces mêmes voies de terre doublera sur le chemin de fer, par suite des avantages et des facilités que le nouveau mode de circulation offrira au public.

Ces bases ou ces hypothèses seront évidemment trop fortes pour quelques chemins, et trop faibles pour quel-

ques autres; ainsi, aux abords de nos grandes villes, et surtout de Paris, la circulation augmentera certainement plus qu'au milieu de nos campagnes ; il y a là une appréciation qui ne peut s'opérer qu'au sentiment de chacun, et qui ne saurait être soumise à des règles fixes. On peut dire cependant que, pour le même chiffre d'habitants, les populations industrielles fourniront bien plus de voyageurs aux chemins de fer que les populations agricoles ; et enfin, que les personnes désœuvrées fréquenteront bien plus les chemins de fer que les gens occupés. On ne saurait donc, comme on a voulu le faire quelquefois, apprécier l'importance probable d'un chemin de fer par le chiffre des populations que l'on rencontre dans une certaine zone de pays placée à gauche et à droite de la ligne ; à côté du chiffre des populations, il faudrait faire connaître leur nature sous le rapport des habitudes et des besoins de circulation, et distinguer, pour ainsi dire, trois classes d'habitants : les gens de loisir, les industriels, et les agriculteurs.

Mais de pareilles appréciations ne rentrent pas dans nos attributions d'ingénieur, et nous laissons aux intéressés le soin de les établir.

Nous donnerons ici, en finissant, un relevé des chiffres représentant, en voyageurs moyens, la circulation qui a lieu sur différentes lignes de fer ; nous partons toujours de cette hypothèse que l'on fait entrer dans le chiffre de cette circulation :

Une tonne de marchandises à petite vitesse pour.	2	voyageurs	moyens.
Une tonne de marchandises à grande vitesse pour.	6	*id.*	*id.*
Une chaise de poste ou une voiture pour.	9	*id.*	*id.*
Un cheval pour.	5	*id.*	*id.*

Chiffres de la circulation par kilomètre moyen.

	v.
Chemins belges, en 1843 (moyenne de ces chemins)	401 845
Chemins anglais, en 1842 (moyenne de ces chemins)	454 731
Chemin de fer de Paris à Orléans	639 097
Chemin de Bâle à Strasbourg	244 002
Chemins de fer du Gard, en 1842	338 610
Chemins de fer du Gard, en 1843	410 899
Chemin de Saint-Étienne à Lyon	1 186 383

Nous terminerons, enfin, cette note par une observation importante, ayant pour objet de démontrer combien est inexacte, *quand on l'applique à des chemins dont les tarifs sont différents*, la règle qui consiste à évaluer la dépense annuelle de l'exploitation d'un chemin de fer, au moyen d'un *pourcentage* déterminé de la recette brute.

Ainsi, nous avons vu que, sur les grandes lignes de voyageurs, en Angleterre, en Belgique et en France, la dépense, par voyageur moyen et par kilomètre, ne varie que dans des limites assez peu étendues, et cependant, si l'on voulait apprécier cette dépense par le rapport qu'elle peut avoir avec la recette brute, on trouverait qu'elle est :

1° Sur les chemins belges :

de $\frac{0.0270}{0.0450} = 0.60$, ou de 60 pour 100 de la recette brute.

2° Sur les chemins anglais :

de $\frac{0.0483}{0.1118} = 0.43$, ou de 43 pour 100 de la recette brute.

3° Sur le chemin de Paris à Orléans :

de $\frac{0.02882}{0.07270} = 0.40$, ou de 40 pour 100 de la recette brute.

4° Sur le chemin de Bâle à Strasbourg :

de $\frac{0.0454}{0.0623}=0.73$, ou de 73 pour 100 de la recette brute.

5° Si, en Angleterre, l'impôt sur les voyageurs n'était pas plus élevé qu'en France, la dépense ne serait, sur les chemins anglais, que :

d'environ $\frac{0.0431}{0.1118}=0.38$, ou de 38 pour 100 de la recette brute.

6° Si, en Belgique, on avait appliqué les tarifs des chemins français, et si la circulation fût cependant restée la même, la dépense n'aurait été, sur ces chemins, que :

d'environ $\frac{0.0270}{0.0649}=0.42$, ou de 42 pour 100 de la recette brute.

On voit combien le chiffre du *pourcentage* peut varier, sans que la dépense réelle change sensiblement : la règle du *pourcentage* n'est réellement admissible que pour des chemins dont le tarif moyen est le même, et qui sont, en outre, dans des conditions de dépense analogues.

RENVOIS DES NOTES N°s 3 ET 4.

Les renseignements que nous donnons sur l'exploitation de différents chemins de fer français n'étant pas extraits textuellement des comptes rendus par les conseils d'administration de ces différents chemins, mais ayant été déduits indirectement des documents renfermés dans ces comptes rendus, nous croyons devoir faire connaître ici les moyens par lesquels nous sommes arrivé aux chiffres que renferment les deux notes Nº 3 et Nº 4.

§ 1er. *Chemins de fer belges, en* 1843.

Nous avons donné les résultats de l'exploitation des chemins de fer belges, en 1843, dans la note D placée à la suite de notre premier article des *Annales ;* nous les reproduirons succinctement ici.

La longueur des chemins exploités en 1843 était de 497 kilomètres.

Le nombre des voyageurs transportés à un kilomètre a été, pendant l'année, de.......... 122 843 720

Le nombre des tonnes de bagages, articles de messageries, et marchandises à grande vitesse, transportées à un kilomètre, a été de.......... 3 024 560

Nombre des chaises de poste à un kilomètre.......... 240 000

Nombre des chevaux à un kilomètre.......... 136 000

Nombre des tonnes de marchandises à petite vitesse à un kilomètre.......... 27 943 120

Parcours total des convois, de voyageurs et de marchandises.......... 1 874 180 k.

Les recette brutes, pendant la même année de 1843, ont été, sur les chemins belges, de.......... 8 994 539 f.

Et les dépenses de.......... 5 400 000 f.

§ 2. *Chemin de fer de Paris à Orléans.*

Ne connaissant pas encore les résultats exacts de l'exploitation de 1844, pour le chemin de fer de Paris à Orléans, nous avons adopté, dans nos calculs sur ce chemin, les chiffres portés au rapport du conseil d'administration du 30 mars 1844, et relatifs aux prévisions de l'exploitation pour la dite année de 1844, prévisions qui, ayant été établies d'après les résultats de l'exploitation de 1843, ne doivent pas s'écarter beaucoup de la vérité.

On a supposé que, dans l'année, le parcours développé des convois de voyageurs et des convois de marchandises, sur la ligne d'Orléans et sur celle de Corbeil réunies, serait de 770 118 kilomètres, et que les frais relatifs à la traction et à l'entretien du matériel s'éléveraient, pendant le même temps, à.......... 1 198 895 fr.

Ce qui donne pour les frais relatifs à la traction et à l'entretien du matériel, par convoi et par kilomètre, d'après les prévisions :

$$\frac{1\,198\,895}{770\,118} = 1^{fr.}5557.$$

La dépense totale pour l'année était d'ailleurs estimée devoir s'élever à. . . . . 2450000 fr.

Et la recette brute à. 6180000

D'après le *Journal des chemins de fer*, cette recette se serait élevée réellement à 6 735 000 fr., c'est-à-dire aurait dépassé, d'un dixième environ, les prévisions de la compagnie ; nous ignorons si la dépense a subi une augmentation proportionnelle, et faute de documents précis à cet égard, nous raisonnerons dans l'hypothèse où les chiffres des prévisions se seraient trouvés exactement d'accord avec les faits.

Le chiffre de la circulation, toujours d'après les mêmes prévisions, devait être, en voyageurs moyens, transportés à un kilomètre, d'après nos calculs, de environ. 85 000 000

§ 3. *Chemins de fer du Gard* (année 1842).

Il est dit, dans le rapport des gérants de la société à l'assemblée générale du 31 mars 1844 (page xxv), que les recettes se sont élevées en 1842 :

	fr.
Pour les voyageurs à.	511 184.25
Pour les marchandises à.	223 275.62
Pour les houilles à.	871 830.82
Total.	1 606 290.69

On dit d'autre part, page xxviii, que :

Le produit moyen, par voyageur et par kilomètre, a été de. . . fr. 0.055

Le produit moyen, par tonne de marchandises et par kilomètre, a été de. 0.101

Le produit moyen par tonne de houille et par kilomètre a été de. 0.100

En divisant la recette totale relative aux voyageurs par le prix moyen payé par voyageur et par kilomètre, on aura le nombre des voyageurs qui, dans le cours de l'année 1842, ont été transportés à un kilomètre ; ce nombre est de

$$\frac{511\ 184.25}{0.055} = 9\ 294\ 259.$$

On conclura de même des renseignements précédents que le nombre des tonnes de marchandises qui, dans le cours de 1842, ont été transportées à un kilomètre, est de

$$\frac{223\ 275.62}{0.101} = 2\ 210\ 650,$$

et que le nombre des tonnes de houille qui, dans la même année, ont été transportées à un kilomètre, est de

$$\frac{871\ 830.82}{0.100} = 8\ 718\ 308.$$

	fr.
La dépense totale, pour l'année 1842, a été de	846 592
La dépense relative à la traction et à l'entretien du matériel a été dans la même année de	421 792
Reste pour la dépense relative aux autres parties de l'exploitation, compris l'entretien et la surveillance de la voie.	424 800

La dépense relative à la traction proprement dite, compris l'entretien des machines, a été, pendant la même année 1841, de. 321 094fr.85

Le parcours développé des machines, pendant la même année 1842, a été de. . . . . 395 385k.

Ce qui donne, par machine et par kilomètre, pour les frais relatifs à la traction et à l'entretien du matériel,

$$\frac{421\,792}{395\,385} = 1^{\text{fr.}},066.$$

Et pour les frais relatifs à la traction proprement dite, compris l'entretien des machines, par machine et par kilomètre,

$$\frac{321\,094.85}{395\,385} = 0.812.$$

La longueur des chemins du Gard est de 92 kilomètres.

§ 4. *Chemins de fer du Gard* (année 1843).

Nous trouvons dans le même rapport (pages xxv et xxviii), que les recettes se sont élevées en 1843.

	fr.
Pour les voyageurs à.	501 412.25
Pour les marchandises à.	255 603 95
Pour les houilles à.	1 215 439.41
Total.	1 972 455.61

Et que les produits moyens, par kilomètre, ont été :	fr.
Pour un voyageur de.	0.056
Pour une tonne de marchandises de.	0.117
Pour une tonne de houille de.	0.100

Nous en concluons :

1° Que le nombre des voyageurs transportés à un kilomètre, en 1843, a été de

$$\frac{501\,412.25}{0.056} = 8\,953\,790.$$

2° Que le nombre des tonnes de marchandises transportées à un kilomètre, en 1843, a été de

$$\frac{255\,603^{\text{fr.}}.95}{0.117} = 2\,270\,110.$$

3° Que le nombre des tonnes de houille transportées à un kilomètre, en 1843, a été de

$$\frac{1\,215\,439^{\text{fr.}}.41}{0.100} = 12\,104\,394.$$

La dépense totale pour la traction et l'entretien du matériel a été, en 1843 de. 502 498fr.66

La dépense pour la traction proprement dite, compris la réparation des machines, a été, pendant la même année, de. 380 269fr.75

Le parcours développé des machines, pendant la même année, a été de. . . . . 435 859 kil.

Les frais relatifs à la traction et à l'entretien du matériel se sont donc élevés, en 1843, par machine et par kilomètre parcouru, à

$$\frac{502\,498^{fr.}.66}{435\,859} = 1^{fr.}.152.$$

Et les frais relatifs à la traction proprement dite, compris l'entretien des machines, par machine et par kilomètre, à

$$\frac{380\,269^{fr.}.75}{435\,859} = 0^{fr.}.872.$$

	fr.
La dépense totale de l'année 1843 a été de.	955 856.05
La dépense pour la traction et l'entretien du matériel a été de.	502 498.66
La dépense pour les autres services de l'exploitation, compris l'entretien et la surveillance de la voie, a donc été de.	453 357 39

§ 5. *Chemin de fer de St-Étienne à Lyon.*

La longueur du chemin de St-Étienne à Lyon est de 58 kilomètres; dans l'année comprise entre le 1er avril 1843 et le 31 mars 1844, la circulation qui s'est opérée sur ce chemin a été la suivante :

1° Dans le 1er semestre 312 526 voyageurs transportés à une distance réduite de 26 kilomètres, ont produit 26 × 312 526 unités de transport, ou.	8 125 676
Dans le 2e semestre, 249659 voyageurs transportés à une distance réduite de 26 kilom. ont produit 26×249 659 unités de transport, ou.	6491 134
Total des voyageurs transportés à un kilomètre dans l'année.	14 616 810
2° Pour les marchandises à grande vitesse :	
1er semestre : 3838t. à 41k..32 = ...	158 586
2e semestre : 3599 à 40 90 = ...	147 199
Total des tonnes de marchandises à grande vitesse transportées à un kilomètre dans l'année.	305 785
3° Pour les houilles et marchandises à petite vitesse :	
1er semestre : 324 620t. à 41k..32 = ...	13 413 298
2e semestre : 312 129 à 40k..90 = ...	12 766 076
Total des tonnes de houille ou de marchandises à petite vitesse, transportées à un kilomètre dans l'année. .	26 179 374

Les dépenses ont été dans :	fr.
Le 1er semestre de.	1 186 569 07
Le 2e semestre de.	1 193 722.74
Dépense totale de l'année.	2 380 291.81

Les produits bruts ont été dans :	fr.
Le 1er semestre de.	2 197 215.76
Le 2e semestre de.	1 978 616.90
Recette brute totale de l'année.	4 175 832.66

Produit net, ou différence entre la recette brute et la dépense :
4 175 832.66 — 2 380 291.81 = ... 1 795 540fr..85

§ 6. *Chemin de fer de Bâle à Strasbourg.*

La longueur du chemin de fer de Bâle à Strasbourg est de 141 kilomètres.

Les recettes, dans l'année 1843, se sont élevées :	fr.
Pour les voyageurs à.	1 539 323.54
Pour les bagages à.	46 933.73
Pour les marchandises à.	491 479.31
Total.	2 077 736.58
A ajouter le prélèvement sur les recettes de la ligne de Mulhouse à Thann.	69 016.41
Total général de la recette.	2 146 752.99

Les dépenses de l'année peuvent se résumer ainsi :

	fr.	
Traction.	444 044.65	
Réparation du matériel.	334 554 22	
Total pour la traction et la réparation du matériel.	778 698 87	fr. 778 698.87
Administration générale à Paris.	44 421.05	
Id. en Alsace.	70 144.70	
Surveillance et entretien de la voie. . . .	248 530.55	
Service des stations	160 453.40	
Service spécial des marchandises.	112 975.98	
Frais généraux.	149 776.48	
Total pour les dépenses de l'exploitation compris l'entretien et la surveillance de la voie.	786 302.16	786 302.16
Total général de la dépense, en 1843. . .		1 565 001.03

La recette nette, pour l'année 1843, a donc été de :
2 146 752fr..99 — 1 565 001fr..03 = ... 581 751fr..96

Le parcours des convois, pendant l'année 1843, ayant été de. . . . . 525 000 kil.

Il s'ensuit que les frais relatifs à la traction et à l'entretien du matériel se sont élevés, par convoi et par kilomètre, à :

$$\frac{778\,698.87}{525\,000} = 1^{fr.}.483.$$

Le nombre des voyageurs qui ont usé du chemin pendant l'année est de. 702 748

La distance moyenne de leur parcours a été de. . . . . . . $32^{k.}.75$

Ce qui donne, pour le nombre des voyageurs transportés à un kilomètre pendant l'année :

$702\,748 \times 32.75 =$ 23 014 997

Les marchandises transportées représentent un poids de. . . . . 70 000 tonnes.

La distance moyenne de leur parcours a été de 78 kilomètres ; ce qui donne, pour le nombre des tonnes de marchandises de toute espèce transportées à un kilomètre :

$70\,000 \times 78 =$ 5 460 000

Sur cette quantité il y a en bagages et articles de messageries un nombre de tonnes transportées à un kilomètre que nous évaluerons approximativement à. 117 334

en divisant la recette relative aux bagages de $46\,933^{fr.}.73$ par le tarif moyen supposé de $0^{fr.}.40$ que l'on paye généralement pour une tonne de bagages transportée à un kilom.

$$\frac{46\,933.73}{0.40} = 117\,334.$$

et il reste pour les tonnes de marchandises ordinaires transportées à un kilomètre. 5 342 666

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, tous les convois ne sont pas, comme sur les autres chemins, divisés en deux classes distinctes, les convois à grande vitesse pour les voyageurs et quelques marchandises spéciales, et les convois à petite vitesse pour les marchandises ordinaires ; les convois sont en général mixtes, et transportent simultanément des voyageurs et des marchandises.

Le parcours de ces convois ayant été, en 1843, de 525 000 kilomètres, on peut en conclure que la charge moyenne d'un convoi, cette charge moyenne étant toujours comprise comme nous l'avons dit dans le précédent article, était en voyageurs de

$$\frac{23\,014\,997}{525\,000} = 43^{v.}.84.$$

en bagages et articles de messageries de

$$\frac{117\,334}{525\,000} = 0^{t.}.23,$$

et en marchandises ordinaires de

$$\frac{5\ 342\ 666}{525\ 000} = 10^{t}.18,$$

c'est-à-dire que, si les voyageurs et les marchandises que l'on a transportés en 1843 avaient été répartis uniformément, et pendant toute la durée des trajets, entre tous les convois, la charge moyenne de chacun de ces convois eût été de 43.84 voyageurs, de 0.23 tonnes de bagages et articles de messageries, et de 10t.18 de marchandises ordinaires.

§ 7. *Calculs sur les chemins de fer anglais.*

D'après le rapport du comité des chemins de fer anglais, le prix de revient du transport des voyageurs, exprimé en mesures françaises, a été sur le chemin de Londres à Birmingham, en 1842, par voyageur et par kilomètre, de. . . . . 0fr..05765

Savoir :	fr.
Pour entretien du chemin.	0.00975
frais généraux.	0.01300
direction et exploitation générale..	0.00260
dépréciation du chemin.	0.00585
impôt local et général.	0.01040
force locomotive.	0.01605
Prix total, comme ci-dessus. . . .	0.05765

Il convient, pour rendre ce prix comparable à ceux que nous avons déjà trouvés pour les chemins belges et français, d'en retrancher la dépréciation du chemin dont nous n'avons pas, jusqu'ici, tenu compté, et l'impôt local et général, qui est nul en Belgique, et à peu près nul en France. Le prix du transport d'un voyageur à un kilomètre, sur le chemin de Londres à Birmingham, se reduira donc, d'après le rapport des chemins anglais, à. 0.fr 04140

Savoir :	fr.
Pour entretien du chemin..	0.00975
frais généraux.	0.01300
direction et exploitation générale..	0.00260
force locomotive.	0.01605
Prix total, comme ci-dessus. . . .	0.04140

Le comité fait observer que ces prix se rapportent à des convois de 60 personnes seulement, et il estime que, si les convois avaient été quatre fois plus chargés, c'est-à-dire de 240 personnes, il y aurait eu une augmentation de 20 pour 100 sur l'entretien du chemin, et de 50 pour 100 sur les frais généraux, les autres dépenses restant les mêmes, ce qui aurait donné les prix suivants pour les transports à un kilomètre.

NATURE DES DÉPENSES.	Prix pour le convoi de 60 personnes, d'après le rapport anglais,		Augmentation de prix du convoi pour 180 personnes en plus, d'après les bases posées dans le rapport anglais.	Prix pour le convoi de 240 personnes, d'après les bases du rapport anglais,	
	par voyageur.	par convol.		par convol.	par voyageur.
	fr.	fr	fr.	fr.	fr.
Entretien du chemin. . . .	0.009 75	0 585	0.117	0.702	0.002 92
Frais généraux	0.013 00	0.780	0.390	1.170	0.004 88
Direction et exploitation générale..	0.002 60	0.156	0.000	0.156	0.000 65
Force locomotive.	0.016 05	0.963	0.000	0.963	0.003 90
Totaux.	0.041 40	2.484	0.507	2.991	0.012 35

(La force locomotive, dans la dernière colonne, devrait figurer pour 0fr..00401 au lieu de 0fr..00390 ; c'est une erreur de calcul que nous maintenons pour donner exactement les chiffres du rapport anglais, et qui n'a du reste aucune importance.)

Le rapport du comité des chemins de fer anglais ayant établi, conformément aux prix portés au tableau ci-dessus, la dépense relative au transport d'un voyageur à un kilomètre ;

1° Pour les convois réels qui ont été de 60 personnes ;

Et 2° dans l'hypothèse où ces mêmes convois auraient été de 240 personnes ;

Nous nous poserons la question suivante : Quelle eût été, sur le chemin anglais, en partant des bases posées par le comité des chemins de fer, la dépense, par voyageur et par kilomètre, si les convois, au lieu d'être de 60 personnes, avaient été formés, comme en France et en Belgique, d'environ 100 voyageurs moyens ? ou autrement : en passant d'un convoi de 60 à un convoi de 240 personnes, c'est-à-dire en augmentant de 180 le nombre des voyageurs, le rapport anglais a admis, dans les dépenses relatives au parcours d'un convoi par kilomètre, les augmentations portées à la quatrième colonne du tableau précédent; quelles augmentations de prix aurons-nous en n'augmentant que de 40 le nombre des voyageurs, c'est-à-dire en passant d'un convoi de 60 à un convoi de 100 personnes ? Et ensuite, quelle sera, dans l'hypothèse de ce dernier convoi, la dépense par voyageur et par kilomètre ?

Les augmentations pour 40 voyageurs devront être aux augmentations pour 180 voyageurs, comme 40 est à 180, ou comme 2 est à 9, et le tableau suivant, établi d'après cette base, nous donnera :

1° L'augmentation qu'occasionnerait, d'après les bases posées dans le rapport anglais, dans la dépense, par convoi et par kilomètre, un accroissement de 40 voyageurs ;

2° Le prix qui, en vertu de cette augmentation, est applicable à un convoi de 100 voyageurs, toujours d'après les bases admises par le comité anglais ;

3° Enfin, les prix que l'on aurait payés en Angleterre par voyageur

moyen et par kilomètre, encore d'après les bases posées par le comité des chemins de fer anglais, si les convois avaient été composés de 100 voyageurs moyens environ, comme en France et en Belgique.

NATURE DES DÉPENSES.	Prix, pour les convois de 60 personnes, d'après le rapport anglais, par convoi.	Augmentation du prix du convoi pour 40 personnes en plus, d'après les bases posées dans le rapport anglais.	Prix pour le convoi de 100 personnes, d'après les bases du rapport anglais,	
			par convoi.	par voyageur.
	fr.	fr.	fr.	fr.
Entretien du chemin.	0.585	0.026	0.611	0.006 11
Frais généraux.	0.780	0.087	0.867	0.008 67
Direction et exploitation générale.	0.156	0.000	0.156	0.001 56
Force locomotive.	0.963	0.000	0.963	0.009 63
Totaux.	2.484	0.113	2.597	0.025 97

On voit ainsi qu'en Angleterre, si les convois avaient été composés de 100 voyageurs moyens environ, la dépense pour le transport d'un voyageur à un kilomètre eût été à très-peu près de 0.fr.026; nous l'avons trouvée en France de 0fr..029, mais nous y comprenions un impôt de 0fr..001, environ par voyageur moyen, tandis que nous avons supprimé complétement la part relative au payement de l'impôt dans les dépenses du chemin anglais, ce qui ramène le prix en France et en Angleterre à bien peu de chose près au même taux.

Nous avons, dans les calculs qui précèdent, admis les bases qu'a posées le comité anglais, sans toutefois pouvoir consentir à les reconnaître comme exactes, car elles ne sont pas d'accord avec les bases que nous avons essayé de développer dans cet écrit; mais les unes ne diffèrent cependant pas assez des autres pour que le résultat du calcul puisse être sensiblement différent, suivant qu'on adopte les bases anglaises ou les nôtres.

N° 122.

NOTICE

Sur les étanchements du canal du Rhône au Rhin ;

Par M. LE GROM, Ingénieur en chef des ponts et chaussées.

EXPOSÉ GÉNÉRAL.

Le maintien d'un étiage constant dans les canaux de navigation est, sans contredit, le problème le plus intéressant et le plus difficile qui se présente à la méditation des ingénieurs, une fois que ces canaux sont ouverts et livrés au commerce.

On se fait généralement illusion, tant que l'expérience n'a pas prononcé, sur les ressources dont on peut disposer pour l'alimentation des canaux, ressources que l'on exagère trop souvent, tandis que l'on atténue les causes nombreuses et incessantes qui concourent à la déperdition des eaux. Il résulte de là que lorsque les canaux sont achevés, il arrive presque toujours que l'on est obligé de consacrer des sommes considérables et un grand nombre d'années à régler la tenue normale des eaux, telle qu'on l'avait théoriquement projetée, sans que quelquefois il soit possible de l'atteindre.

L'histoire des canaux constate qu'ils sont à peu près tous dans ce cas ; que presque tous se trouvent dans des conditions semblables, sous le rapport de l'alimentation ; que pour tous, à peu d'exceptions près, l'on a été dans le cas de créer, *à posteriori*, des ouvrages accessoires considérables, tels que réservoirs, rigoles alimentaires, etc., pour augmenter artificiellement les ressources dont on

pouvait disposer ; que pour tous enfin, l'on a eu recours à des procédés d'étanchement destinés à remédier à la perméabilité des cuvettes.

On ne peut donc assez appeler l'attention des ingénieurs sur cette question de l'alimentation des canaux, parce qu'elle importe essentiellement à la prospérité du pays, et parce que son étude sérieuse permet d'éviter des essais infructueux et des dépenses inutiles.

Or, nous sommes convaincu que, dans la plupart des cas, l'*étanchement* des canaux doit précéder et même remplacer l'établissement des réservoirs ; ces derniers ouvrages devant être affectés à peu près exclusivement, si toutefois cela est nécessaire, au remplissage des canaux et non pas à leur alimentation continue. Qu'importe, en effet, que l'on accumule à grands frais des masses d'eau, si les canaux qui doivent les recevoir, les laissent échapper immédiatement ? Il faudrait, pour que l'efficacité des réservoirs fût complète, que la perte des eaux fût compensée à chaque instant par les ressources qu'ils peuvent fournir, et l'on sait bien que, leur capacité étant limitée, cet écoulement continu est impossible.

Si les cuvettes des canaux sont perméables, il nous semble que l'opération la plus simple, la plus rationnelle, celle qu'il convient d'entreprendre tout d'abord, consiste dans leur étanchement, parce qu'alors toutes les quantités d'eau, quelque petites qu'elles soient, dont on peut disposer pour leur alimentation, sont entièrement utilisées au profit de la navigation. Dans ce cas, les plus minces filets d'eau suffisent souvent pour maintenir l'étiage à la hauteur légale et pour rendre aux biefs ce que les éclusées et l'évaporation leur ont fait perdre, tandis qu'ils ne produiraient pas le moindre effet si les canaux étaient perméables.

Si, dans un vase criblé, l'on veut maintenir un niveau d'eau constant, il est évident qu'au lieu d'augmenter le

volume des eaux alimentaires jusqu'à ce qu'il soit égal aux pertes, il est plus naturel de commencer par fermer les orifices d'écoulement de ce vase, afin de diminuer la quantité d'eau à dépenser.

L'étanchement des canaux doit donc avoir pour conséquence, d'éviter, dans beaucoup de cas, la construction des réservoirs et des rigoles, laquelle est toujours dispendieuse et difficile. Il offre également l'avantage de maintenir facilement un étiage élevé et constant, avantage qui, sous le rapport de l'économie et de la facilité des transports, mérite tout l'intérêt des ingénieurs, attendu qu'il est le but final de l'établissement des voies navigables.

Lorsqu'un canal est parfaitement étanche, la quantité d'eau à dépenser est due uniquement aux éclusées, à l'évaporation et à l'imbibition des terres, laquelle ne peut jamais être entièrement évitée. Il suffit, dans ce cas, d'un faible volume d'eau pour compenser ces pertes et maintenir l'étiage à une hauteur constante. Les eaux, dans les biefs, sont alors dénuées de toute vitesse et la traction à la remonte est la même qu'à la descente. C'est là le type, rarement atteint, d'un canal arrivé à son dernier degré de perfection.

Mais lorsque les canaux éprouvent des pertes considérables par l'effet des filtrations qui ont lieu à travers les terres dans lesquelles ils sont assis, lorsque ces pertes dépassent de beaucoup celles qui ont lieu par les éclusées et par l'évaporation, l'étiage légal ne peut être maintenu qu'à la condition d'introduire dans les canaux à chaque instant et d'une manière continue, un volume d'eau égal à celui qui se perd. Or, comme les pertes sont généralement proportionnelles à la longueur du canal, il s'ensuit que le volume d'eau continu à puiser dans les réservoirs soit naturels soit artificiels, augmente avec la longueur du canal à alimenter. Il faut donc, de toute nécessité,

maintenir, dans les canaux perméables, un courant constant et par suite une vitesse qui a pour effet d'augmenter les frais de traction à la remonte et d'occasionner la dégradation des écluses.

Mais ce courant a un autre inconvénient plus grave encore. Comme le débit des eaux d'alimentation a lieu généralement par les ventelles des écluses, et comme ce débit doit être continu, il s'ensuit que lorsqu'un, deux ou plusieurs bateaux marchant en convoi viennent à franchir une écluse, et par conséquent à faire cesser le débit, le niveau des eaux du bief d'amont s'élève, et celui du bief d'aval s'abaisse; de sorte que les bateaux qui suivent à quelque distance ne trouvent pas assez d'eau pour naviguer dans le bief d'aval lorsque celui d'amont est sur le point de déborder. De là de nombreuses oscillations dans la tenue des eaux, auxquelles il n'est pas possible de remédier et qui ont pour conséquence d'entraver la navigation de la manière la plus fâcheuse (1).

L'étanchement des canaux est donc une des opérations les plus importantes dont les ingénieurs aient à s'occuper. En raison du degré d'utilité qu'il présente, nous croyons qu'ils ne liront pas sans quelque intérêt la description des procédés qui ont été employés sur le canal du Rhône au Rhin, entre Huningue, Neuf-Brisach et Strasbourg, sur un développement de 120 000 mètres, et les résultats qui ont été obtenus après plusieurs années d'expérimentation. C'est, nous croyons, l'application la plus complète et la plus étendue que l'on ait faite, jusqu'à ce jour, d'un procédé unique et invariable : c'est également

(1) On peut remédier en partie à ces effets, soit en établissant des rigoles latérales au canal, chargées du débit des eaux qui est alors indépendant de ce canal, soit en construisant des siphons au pourtour des écluses pour l'écoulement des eaux. Le premier moyen a l'avantage de permettre la création d'usines au droit de chaque chute; mais il exige de grandes dépenses. Le second moyen est plus économique, mais il ne remédie pas à la vitesse du courant qui existe dans les biefs.

celle qui a eu lieu dans les conditions les plus défavorables par la nature du terrain qui était d'une perméabilité extraordinaire. Sous ces deux rapports, elle mérite surtout d'être connue.

Description de la vallée du Rhin et du terrain dans lequel est assis le canal du Rhône au Rhin. — La basse plaine de l'Alsace, depuis Bâle jusqu'à Strasbourg, qui constitue la vallée proprement dite du Rhin, est presque entièrement formée de couches de sable et de graviers roulés. Ces couches, d'une très-grande épaisseur (2), sont recouvertes d'un léger sédiment de terre végétale qui, en certains endroits, disparaît presque totalement. Dans les parties supérieures, du côté d'Huningue, les gros graviers ou cailloux prédominent exclusivement; ils ont $0^m.15$ à $0^m.20$ de diamètre et ne sont reliés par aucune matière ténue; on s'en sert pour paver les villes de l'Alsace. Lorsqu'on s'éloigne d'Huningue, la grosseur des graviers diminue successivement et la quantité de sable interposée augmente ; mais nulle part il n'existe des terres franches et compactes : toute la vallée, dans la zone occupée par le canal, présente, après le décapement de la légère couche supérieure de sédiment qui n'a pas plus de $0^m.10$ d'épaisseur, l'aspect d'un banc de gravier du Rhin.

On comprendra aisément que ce sol est extrêmement perméable, et que les eaux de pluie et celles des rivières qui sillonnent la plaine s'y infiltrent et y siphonnent avec la plus grande facilité (3), et comme au travers d'un crible.

---

(2) L'épaisseur de la couche de graviers roulés qui constitue la vallée du Rhin, n'est pas encore déterminée. En 1831, on a exécuté à Strasbourg un forage pour l'établissement d'un puits artésien. Il a été poussé jusqu'à 49 mètres de profondeur sans qu'on ait atteint la limite des graviers diluviens.

(3) Tous les puits de la basse plaine d'Alsace sont alimentés par les eaux de filtrations qui proviennent du Rhin ou de l'Ill, suivant leur position par rapport à ces deux cours d'eau. On remarque que le niveau de ces puits subit la loi de variation du niveau des réservoirs voisins. Il s'élève ou s'abaisse proportionnellement à l'exhaussement ou à l'abaisse-

Le niveau des eaux souterraines ou ambiantes qui proviennent de ces infiltrations se trouve généralement à une faible distance en contre-bas du sol (4), et les variations de ce niveau sont proportionnelles à celles des cours d'eau voisins et principalement du Rhin.

C'est dans ce terrain perméable qu'a été ouvert le canal du Rhône au Rhin, depuis Mulhouse jusqu'à Strasbourg, et la branche de ce canal qui s'étend de Mulhouse à Huningue. Ces deux troncs forment ensemble la partie du canal qui est latérale au Rhin. Le plafond a été établi généralement en contre-haut du niveau maximum des eaux ambiantes. Quelques biefs se trouvent en contre-bas du niveau minimum des infiltrations, et pour quelques autres le plafond est compris entre les limites maxima et minima de ces eaux.

Le développement total des parties du canal du Rhône au Rhin, qui traverse le terrain perméable de la vallée du Rhin, est de 120 000 mètres.

Premiers essais d'introduction des eaux dans le canal. — Avant l'achèvement des travaux du canal, on soupçonnait déjà la perméabilité extrême du terrain dans lequel il est assis, surtout entre Huningue et Neuf-Brisach, où le gravier et les cailloux affleurent partout le sol. Mais on avait pensé que le canal serait facilement étanché, en y

---

sement du plan de ces réservoirs, d'après la loi de l'égalité des niveaux. Cependant, on observe que cette égalité a rarement lieu : lorsque le réservoir est en crue, le niveau des puits s'élève, mais avec une vitesse bien moindre, à cause de la résistance qu'opposent, à l'infiltration des eaux, les couches de graviers et de sable, et lorsque le réservoir est en baisse, le retour des eaux d'infiltration vers ce réservoir est également retardé, de sorte qu'il arrive fort souvent que ces eaux sont ou en contre-haut ou en contre-bas de celles du réservoir, à moins que celui-ci ne soit étal pendant un espace de temps assez long pour que l'égalité des niveaux s'établisse.

(4) Les eaux ambiantes se trouvent généralement de 2 à 10 mètres en contre-bas du sol, dans toute l'étendue du territoire que traverse le canal du Rhône au Rhin; les eaux du Rhin étant supposées à l'état moyen, c'est-à-dire à $1^{m}.70$ en contre-haut de l'étiage.

introduisant, pendant quelque temps, les eaux troubles de la rivière d'Ill et du Rhin, qui, à l'époque de leurs crues, sont chargées d'une grande quantité de matières vaseuses et sablonneuses.

En conséquence, dès 1827, on introduisit par le passage d'Illfurth, au-dessus de Mulhouse, les grandes eaux de l'Ill dans le canal. Mais cette énorme masse d'eau se perdit entièrement et c'est à peine si on put lui faire parcourir une distance de 5 à 6 kilomètres, dans la partie perméable du canal.

De pareils essais furent tentés avec les eaux du Rhin prises à Huningue; mais ils furent également infructueux.

Le dépôt des vases dans les biefs ne pouvant être obtenu qu'autant que les eaux étaient troubles, c'est-à-dire à l'époque des crues qui n'ont lieu que pendant une très-faible partie de l'année, l'étanchement par ce procédé devenait très-lent, pour ne pas dire impossible sur un développement de 120 000 mètres. On essaya de remédier à cet inconvénient en établissant de distance en distance, dans les biefs, des barrages ou bourrelets en terre argileuse que l'on tenait à la hauteur des eaux; puis on les dégradait par derrière jusqu'à ce qu'ils rompissent sous la charge des eaux, lesquelles entraînaient la terre et la déposaient plus loin. Ou augmentait encore cet effet en jetant dans le courant qui s'établissait, lorsque le barrage était rompu, de la terre presque réduite en poudre.

On s'aperçut que le courant, qui était assez vif à la chute du barrage lorsque celui-ci était rompu, devenait presque nul à environ 10 mètres en aval, où toutes les terres se déposaient en forme de delta qu'il fallait ensuite enlever, parce qu'il était presque toujours en contre-haut des buscs.

Ces diverses essais d'envasement n'ayant pas réussi, l'on reconnut la nécessité d'établir des corrois d'étanchement sur toute l'étendue du canal entre Huningue et

Strasbourg, partout où la nature perméable des terrains exigeait cette précaution.

Ces corrois ont été exécutés au plafond et sur les talus sur environ 1^{m}.10 de hauteur au-dessus des buscs.

Après de nombreux essais, on s'est arrêté, pour les corrois du fond et des talus, à un procédé dont le succès a été aussi complet qu'on pouvait le désirer. Cinq années de travaux continus, de 1828 à 1833, ont permis d'introduire les eaux dans le canal et d'ouvrir la navigation qui depuis lors n'a plus été interrompue, si ce n'est pour des travaux d'indispensable nécessité. Ce succès inespéré est dû entièrement à M. Mossère, ingénieur en chef.

Nous allons décrire en détail le procédé dont on a fait usage et qui est encore suivi dans ce moment; mais auparavant nous rapporterons en détail les essais qui ont été faits et les résultats qu'ils ont produits.

Nous terminerons par l'indication des méthodes que nous avons employées ensuite pour compléter les effets de ces procédés et améliorer singulièrement le régime alimentaire du canal.

Nous croyons que cette description servira à éclairer la question si délicate des étanchements et pourra être de quelque utilité aux ingénieurs attachés aux canaux de navigation.

Premiers essais d'envasement du canal entrepris en 1828. — Pour bien comprendre ce que nous allons dire, nous devons faire remarquer que le canal du Rhône au Rhin se divise en deux branches distinctes, l'une qui part du bief de partage, passe à Mulhouse et se termine au-dessous de cette ville à l'écluse n° 42; l'autre qui est latérale au Rhin et qui communique avec ce fleuve à Huningue, traverse toute la basse plaine du Rhin, passe sous les murs de Neuf-Brisach et rejoint la rivière d'Ill au-dessus de Strasbourg. La première partie qui forme le canal prin-

cipal, est assise dans les leimes ou argiles du terrain Jurassique : elle est alimentée par les eaux du bief de partage et est parfaitement étanche. La seconde partie, qui est latérale au Rhin, est entièrement alimentée par le Rhin, au moyen de l'écluse de prise d'eau qui existe à Huningue : c'est cette partie qui est établie dans le gravier diluvien et qu'il s'agissait d'étancher.

Ces deux branches se soudent à l'écluse n° 42, au point dit carrefour, ou île Napoléon.

Dans l'origine, il n'était pas question d'ouvrir la partie du canal dite branche d'Huningue, comprise entre cette ville et le carrefour. On supposait que les ressources du bief de partage seraient suffisantes pour alimenter tout le versant du nord jusqu'à Strasbourg, tandis qu'en réalité les 30 000 mètres cubes, par jour et à l'étiage, que fournit au bief de partage la rigole de la Largue, suffisent convenablement, il est vrai, mais sans excès, à la tenue des eaux du versant nord jusqu'au carrefour et du versant sud jusqu'à la rencontre de la rivière de l'Haleine, à l'écluse n° 7, c'est-à-dire sur une étendue de canal de 45 000 mètres environ, établi dans un terrain parfaitement étanche. Ce n'est que plus tard que l'on songea à établir la branche d'Huningue, autant pour ouvrir au commerce une communication avec Bâle, que pour se créer des ressources alimentaires, en cas d'insuffisance de celles du bief de partage ; mais en fait, l'ouverture de cette branche est devenue une condition indispensable, sans laquelle la navigation entre Mulhouse et Strasbourg n'eût jamais été possible.

Cela étant posé, nous allons entrer en matière.

A la fin de 1827, on profita des crues d'automne de la rivière d'Ill qui traverse le canal au-dessus de Mulhouse, à Illfurth, entre les écluses n°s 31 et 32, pour lancer dans le canal les eaux troubles de cette rivière. Toutes les écluses entre Illfurth et le carrefour furent tenues ouvertes et le flot de 7 mètres cubes par seconde, que fournissait

l'Ill, atteignit intégralement et sans perte sensible, l'écluse nº 42 du carrefour. Mais, une fois arrivé dans la branche latérale et après un parcours de 5 à 6 kilomètres il disparaissait complétement.

Cet essai fut renouvelé environ quinze fois au commencement de 1828, et chacune des expériences dura deux à trois jours. Les résultats furent constamment les mêmes.

Comme la longueur du canal à envaser sous le carrefour, était de 92 kilomètres, et comme les crues de l'Ill n'ont lieu qu'à certaines époques de l'année, il devenait évident, en présence des résultats négatifs que l'on avait obtenus de l'emploi des eaux troubles, que ce moyen d'envasement, qui a été généralement réputé comme héroïque, ne pouvait pas être, dans l'espèce, d'une application sérieuse, et l'on reconnut qu'il devenait indispensable d'employer des procédés plus efficaces.

Cette opinion fut confirmée par les essais que l'on tenta en 1828 avec les eaux du Rhin.

C'est le 8 août 1828 qu'eut lieu la première expérience avec les eaux de ce fleuve. La prise d'eau à l'écluse d'Huningue débitait 4 à 5 mètres cubes par seconde; les eaux mirent 96 heures pour franchir une distance de 16 800 mètres, et elles ne purent être soutenues à une hauteur dépassant $0^{m}.30$.

Les terres aux abords du canal, notamment du 4e bief, furent en grande partie submergées par les eaux de filtration qui fuyaient avec la plus grande abondance, par le plafond et les levées du canal, partout où celles-ci étaient en remblai. Les fuites étaient si considérables, que la moindre discontinuité dans la chasse des eaux produisait soudainement un abaissement de niveau, qui était, au bout de quelques instants, suivi de la déperdition totale des eaux. On dut cesser les chasses, afin d'éviter la rupture des digues, qui était imminente, ainsi que l'inondation complète du pays. Il fut reconnu, dès lors, qu'il était impossible de fonder aucun espoir sur l'alimentation du

canal, sans qu'au préalable on eût avisé aux moyens de remédier à l'excessive perméabilité du sol.

Après avoir sondé les différentes parties du canal entre Huningue et le carrefour, on arrêta que les travaux à entreprendre se borneraient au seul bief compris entre l'écluse n° 4 et le carrefour, sur 18 338 mètres de longueur, et que les trois premiers biefs, ayant ensemble 9 752 mètres de développement, seraient conservés dans leur état naturel, dans l'espoir que leur étanchement futur serait une conséquence du dépôt des eaux troubles et sablonneuses du Rhin.

Les travaux d'étanchement du 4e bief furent divisés en deux catégories ; la première comprenait les parties dont la perméabilité excessive exigeait absolument un revêtement continu de fond et de talus ; la deuxième, les parties intermédiaires que l'on supposait pouvoir être étanchées par de simples procédés d'envasements artificiels, sans application directe de corrois en revêtement.

Ces travaux furent immédiatement entrepris et poursuivis avec la plus grande activité jusqu'à la fin de l'année 1828. Dans cet intervalle, plusieurs essais d'introduction des eaux furent tentés afin de s'assurer du degré d'avancement et de perfection des procédés qui avaient été employés. Un de ces essais fut notamment entrepris le 13 décembre 1828, et il fut constaté qu'un volume d'eau de 6 mètres cubes par seconde, mettait quatre-vingt-quatre heures pour franchir la longueur totale de la branche d'Huningue, soit 28 kilomètres, et que les eaux ne dépassaient pas, au carrefour, une hauteur de $0^{m}.20$.

Ce résultat si peu satisfaisant donna la conviction que le volume des eaux que l'on puisait dans le Rhin, à Huningue, était insuffisant. On augmenta en conséquence les aires des orifices d'écoulement de l'écluse, en pratiquant dans les portes quatre ventelles au lieu de deux, qu'il y avait précédemment.

Le 26 juillet 1829, une nouvelle introduction des eaux

eut lieu. Le débit était de 14 mètres cubes par seconde; les eaux mirent quarante-huit heures pour parcourir les 28 kilomètres de la branche d'Huningue, et elles s'élevèrent à un mètre au-dessus du busc de l'écluse du carrefour.

Mais cette grande charge d'eau occasionna la rupture des digues du canal, dans la banlieue de Kembs, où elles sont très en relief. La réparation de cette avarie fut immédiatement entreprise, et l'on continua à étendre les travaux d'étanchement en même temps qu'à les perfectionner.

Le 15 août 1829, une nouvelle chasse fut essayée et suivie d'une nouvelle rupture de digue.

Ces insuccès, après des travaux considérables, des essais et des efforts sans nombre, étaient de nature à décourager les ingénieurs; aussi fut-il sérieusement proposé alors de renfermer le canal, dans ses parties les plus perméables, entre deux murs en maçonnerie et le restant dans un cuvelage en béton. Mais ces moyens extrêmes furent rejetés; on se contenta de renforcer le pied des talus extérieurs des digues par l'établissement d'une berme au niveau des buscs. On continua les travaux d'étanchement, qui furent suivis, cette fois, d'un heureux succès, car en novembre 1829, on introduisit les eaux dans la branche d'Huningue, où elles furent conservées pendant tout l'hiver, à un étiage de $0^{m}.80$ à $1^{m}.00$.

Au commencement de 1830, on reprit les travaux d'étanchement pour les améliorer et les appliquer partout où le besoin s'en ferait encore sentir. On entreprit ceux du canal au-dessous du carrefour, notamment dans la forêt de la Harth, où la nature éminemment graveleuse du terrain rendait cette opération le plus nécessaire.

Le 10 mars 1830, on réintroduisit les eaux dans la branche d'Huningue jusqu'au carrefour, et les premiers essais de navigation eurent lieu au mois de juillet de cette année.

Depuis cette époque les eaux furent encore plusieurs

fois retirées de la branche d'Huningue, tant pour continuer l'amélioration des étanchements, que pour réparer les avaries survenues aux ouvrages d'art. L'expérience que l'on avait acquise alors avait permis aux ingénieurs de se former une opinion certaine sur la valeur des procédés qui avaient été employés, et d'adopter un système uniforme éprouvé par un grand nombre d'applications. Ce système a été dès ce moment généralisé et employé dans toute l'étendue du canal.

Nous allons actuellement décrire les divers procédés qui ont été mis en usage pour diminuer la perméabilité des digues et du plafond du canal.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, ces procédés se divisent en deux catégories : la première comprenant les travaux destinés à opérer l'*envasement* du canal, la deuxième ceux qui ont été affectés à l'exécution des corrois d'étanchement.

Procédés d'envasements. — 1° *Barrages transversaux en terre.* — Dans le but de rendre plus limoneuses les eaux de l'Ill et du Rhin pendant qu'on les employait pour opérer l'envasement du canal, on prit le parti de disposer des barrages transversaux en terre, distants de 15 à 20 mètres, dans les parties du canal où l'on jugeait cette mesure nécessaire. Le courant, en rompant ces barrages, devait délayer et entraîner les terres, les transporter uniformément sur le fond et y établir un matelas étanche. A cet effet, on pratiquait dans chaque barrage, dans la face d'amont, des entailles ou créneaux occupant la moitié de l'épaisseur des batardeaux, et espacés de $0^m.80$ pour mieux provoquer leur rupture, augmenter les surfaces en contact avec l'eau et faciliter la suspension et le délayement des terres, Pl. 79, *fig.* 1 et 2.

Ce procédé ne produisit pas tous les résultats que l'on en espérait. Les terres tenues en suspension étaient entraînées par le courant rapide qui avait lieu à la chute

des barrages, et elles se déposaient irrégulièrement à peu de distance en aval, sous forme de deltas qui se trouvaient fréquemment en contre-haut du niveau des buscs des écluses, et qu'il fallait par conséquent enlever. L'uniformité des dépôts était trop difficile à obtenir pour que ce mode d'envasement pût être l'objet d'une prescription générale, dans un terrain aussi perméable que celui sur lequel on opérait. On comprend effectivement qu'il devait en être ainsi, attendu que la vitesse des eaux, très-grande au moment de la rupture des barrages, diminuait tout à coup, après un parcours de quelques mètres, et qu'il en résultait un dépôt immédiat, semblable à celui qui se produit au delà des affouillements qui s'opèrent au pied de tous les barrages.

Cependant, ce mode d'envasement a amélioré d'une manière sensible les parties du canal dont le plafond était très en contre-bas des buscs et où l'on n'avait pas à craindre l'effet des atterrissements très-abondants.

Nous devons faire observer aussi que si les dépôts de terres qui avaient lieu amenaient l'étanchement du plafond du canal, leur effet sur les talus était à peu près nul.

Nous ajouterons encore que les talus graveleux contre lesquels s'appuyaient les barrages, présentant moins de résistance à l'action des eaux, celles-ci tournaient souvent ces barrages en attaquant les berges et rompant les digues, ce qui occasionnait des dommages et des dépenses considérables, *fig.* 3 et 4.

2° *Jet de terres argileuses.* — On finit par abandonner ce procédé auquel on en substitua un autre qui consistait à jeter dans le courant que l'on avait établi *à priori*, des terres argileuses approvisionnées d'avance sur les levées du canal. On espérait que ces terres, battues et réduites en poudre, seraient tenues en suspension dans les eaux et qu'elles se déposeraient uniformément dans toutes les parties du canal. L'expérience ne tarda pas à donner un

démenti à cette opinion, attendu que les terres se déposaient à peu près toutes au fond du canal, au point où le jet avait lieu.

Le deux procédés que nous venons de décrire ont été préconisés de tout temps, et il était naturel que l'on songeât d'abord à les appliquer ; mais l'expérience ne tarda pas à faire reconnaître leur insuffisance ; non pas qu'ils fussent, par eux-mêmes, d'un emploi vicieux, mais parce que le sol était d'une nature trop perméable pour que cet emploi pût être couronné d'un heureux succès.

Procédés d'étanchement. — Désespérant de réussir à étancher le canal, sur une aussi grande longueur par des procédés aussi lents et aussi incertains, pressés par les impatiences du commerce et par le désir de l'administration de voir terminer des travaux qui avaient été entrepris depuis vingt-cinq ans, les ingénieurs se décidèrent à établir, dans toute l'étendue des parties perméables, un cuvelage artificiel susceptible de contenir les eaux sans trop grande déperdition.

Une fois entré dans cette voie, les succès suivirent une marche progressive et l'on eut à se féliciter du parti que l'on avait pris. Mais on n'arriva pas du premier coup au mode le plus efficace : divers essais furent tentés ; nous allons les exposer brièvement.

1° *Revêtements en placage.* — On exécuta d'abord des revêtements de $0^m.10$ d'épaisseur au plafond et de $0^m.25$ le long des talus. Ils étaient simplement appliqués contre les parois du canal, sans aucun moyen de liaison. On se contentait de piocher et d'arroser les parties du plafond et des talus qui devaient être revêtues, puis on appliquait le revêtement qui pour le fond se composait d'une seule couche de terres tassées avec la dame, et pour les talus de couches successives posées horizontalement et damées jusqu'à ce qu'elles fussent réduites à une épaisseur de $0^m.08$ ou $0^m.10$, *fig.* 5.

Ces revêtements ont produit de notables améliorations, en diminuant sensiblement les pertes, mais on reconnut, après le retrait des eaux que l'on introduisait dans le canal, pour constater l'effet des corrois, qu'il se manifestait des défoncements dans le fond et que les revêtements des talus se détachaient et glissaient le long des anciens talus.

L'insuccès, sous le rapport de la résistance, du procédé employé, doit être attribué à ce que les couches de corrois étaient trop épaisses pour qu'elles pussent être convenablement tassées par le damage et être mises ainsi à l'abri de l'imbibition trop grande des eaux, et aussi au manque de liaison de ces corrois avec le corps des levées et avec le fond, circonstance qui permettait le glissement de ces massifs de terre sur les talus en gravier, lorsque les eaux pénétraient par derrière, *fig.* 6.

On reconnut aussi que les corrois se délayaient avec une très-grande facilité, et se réduisaient en une masse spongieuse sans consistance à travers laquelle les eaux pénétraient avec facilité.

2° *Corrois à créneaux verticaux.* — Le second essai qui suivit celui que nous venons de décrire, consistait : à approfondir le fond du canal de $0^{m}.30$, et à le recouvrir sur toute sa largeur, d'un corroi en terre ; à abattre les talus sur une hauteur de $1^{m}.00$ à $1^{m}.10$ au-dessus des buscs, et à les remonter également en terres corroyées. Après la recoupe des talus, on y pratiquait des créneaux ou amorces dans le sens vertical des talus, afin de relier les revêtements. Ces créneaux avaient $0^{m}.25$ de profondeur et $0^{m}.30$ de largeur, et étaient espacés de $0^{m}.80$. Les terres argileuses choisies d'avance étaient purgées de racines et de tous les corps étrangers qu'elles pouvaient contenir, puis elles étaient remaniées à la pelle, afin de les diviser. D'un autre côté, on passait à la claie les graviers provenant de la recoupe des talus et de l'approfondissement du plafond.

Ces travaux préliminaires terminés et les approvisionnements de terres argileuses et de graviers disposés sur les levées et le long du canal, on s'occupait de la confection des corrois. Pour cela faire, on régalait au fond du canal une première couche de terres de $0^m.08$ d'épaisseur que l'on réduisait par le damage à $0^m.05$. Cette première couche servait de lien entre le revêtement et le sol graveleux du fond, après que celui-ci avait été suffisamment pioché, arasé de niveau et purgé de tout corps étranger, tels que souches, racines, herbes, etc.

Cette première couche, que l'on peut appeler de *fondation*, étant placée, on posait successivement les autres, en leur donnant à toutes $0^m.08$ d'épaisseur réduite par le damage à $0^m.05$. D'où il résulte que pour racheter l'approfondissement de $0^m.30$ que l'on avait donné au plafond, il était nécessaire de superposer six couches successives. Quand le terrain n'était pas de trop mauvaise qualité, on réduisait l'épaisseur du corroi à $0^m.20$, après avoir recoupé, au préalable, le plafond à $0^m.40$ en contre-bas du busc, de sorte qu'il restait un contre-bas de $0^m.20$ pour le dépôt ultérieur des vases.

Les couches étaient traitées de la manière suivante :

La première couche qui suit celle de fondation était, ainsi que nous venons de le dire, composée d'abord d'un matelas de terre de $0^m.08$ d'épaisseur comprimée à la dame jusqu'à ce qu'elle fût réduite à $0^m.05$. Cela fait, on arrosait la surface de la couche terreuse et on disposait, à la main, des cailloux de la grosseur de $0^m.04$ à $0^m.05$ (que l'on trouvait facilement sur les lieux, attendu que tout le sol en est composé), lesquels étaient enfoncés avec les dames. On arrosait ensuite de nouveau et l'on chargeait la surface de menus graviers, que l'on pilonnait comme on l'avait fait précédemment. On reconnaissait que le pilonnage était bien exécuté lorsque les cailloux et menus graviers faisaient corps avec la couche, disparaissaient

dans son épaisseur et n'apparaissaient pas à la surface.

Après ce second pilonnage, on arrosait derechef avant de commencer la pose de la troisième couche, qui était confectionnée comme la seconde.

Les corrois des talus étaient exécutés de la même manière: mais, avant de procéder à leur confection, on avait soin de battre, au moyen de dames plates, toute la surface du corroi de fond, afin de comprimer, autant que possible, les dernières couches qui devaient se raccorder avec les anciennes parties des talus de la levée.

Dans les revêtements artificiels que nous venons de citer, les graviers et cailloux employés entraient dans la proportion de $0^{m.c.}.20$ pour $0^{m.c.}.80$ de terre, *fig.* 7, 8, 9.

3° *Corrois à retraites horizontales.* — On reconnut bientôt : 1° que les créneaux verticaux établis dans les levées donnaient lieu à des éboulements, et qu'ils ne permettaient pas une liaison complète; 2° que le pilonnage avec les dames rondes était insuffisant; 3° que la quantité de graviers et cailloux mélangée dans les terres n'était pas assez grande.

On remédia successivement à ces inconvénients, en remplaçant les créneaux verticaux des talus par des gradins horizontaux dont chacun correspondait à une épaisseur de trois couches; en substituant aux dames rondes des dames de paveurs maniées par un homme vigoureux; et enfin en augmentant la dose des graviers, dans la proportion de $0^{m.c.}.25$ pour $0^{m.c.}.75$ de terres, *fig.* 10.

C'est à ce dernier procédé, que des essais nombreux ont constaté comme le plus satisfaisant, que l'on s'est définitivement arrêté, et on l'a ensuite poursuivi, sans de nouvelles modifications, jusqu'à l'achèvement complet des travaux d'étanchement.

Nous devons ajouter, pour compléter notre description, divers détails qui méritent d'être signalés. Ainsi

l'on avait soin de faire rouler les tombereaux sur les parties de corrois déjà exécutées, au fond du canal. Il en résultait un tassement qui contribuait à la consolidation du corroi.

Lorsque les terres n'étaient pas suffisamment argileuses, ce qui avait lieu dans la plupart des cas, attendu que les terrains avoisinant le canal sont presque entièrement composés de graviers recouverts d'un sédiment végétal sablonneux, on avait soin de les arroser avec du lait de chaux grasse, dans la proportion de $0^{m.c.}.25$ à $0^{m.c.}.30$ de chaux pour $20^{m.c.}.00$ de terres.

L'approfondissement de la cuvette du canal, à $0^{m}.30$ en contre-bas des buscs et la recoupe des talus ayant produit un cube considérable de déblais dont une partie seulement était employée dans les corrois, on s'avisa d'utiliser l'excédant, en construisant au pied des talus corroyés, des banquettes ayant de $1^{m}.50$ à $2^{m}.00$ de largeur. On remarqua que ces banquettes, établies d'abord dans un intérêt tout économique, produisaient de très-bons résultats, en ce qu'elles préservaient les corrois des pieds des talus des défoncements que la pression des eaux occasionnait quelquefois. On étendit, en conséquence, leur usage et l'on en exécuta en corrois, notamment dans les biefs les plus perméables et où les gros graviers prédominaient, *fig.* 11.

Ces travaux définitifs furent entrepris dès 1829 et furent poursuivis, sans interruption, pendant les années 1830, 1831 et 1832, en marchant de l'amont vers l'aval et en introduisant successivement les eaux dans les parties supérieures, tant pour essayer l'efficacité des corrois exécutés que pour les préserver des gerçures que les grandes chaleurs occasionnaient, et de l'effet des gelées pendant l'hiver.

Le résultat le plus remarquable de ce procédé s'observe au pourtour de la place de Neuf-Brisach, où le canal est

retenu, vers les glacis, par une digue d'un mètre d'épaisseur en crête, entièrement composée de graviers roulés et suivie d'un fossé de $0^m.80$ de profondeur. Quoique les eaux soient constamment élevées à $1^m.50$ au-dessus du busc, il ne se manifeste pas la moindre filtration à travers la digue, et le fossé qui lui est contigu est toujours à sec, *fig.* 12.

Un phénomène semblable s'observe dans la branche d'Huningue, où les levées sont en relief de $2^m.00$ à $2^m.70$, et où elles sont composées de gros cailloux, sans aucune liaison. Les fouilles établies au pied de ces levées, à $4^m.73$ en contre-bas de l'étiage du canal, sont constamment privées d'eau, *fig.* 13.

Ces résultats, si remarquables, qui ont amené l'étanchement du canal du Rhône au Rhin, sur 120 000 mètres de développement après cinq années de travaux pénibles et sans relâche, appréciés sous le rapport technique, s'expliquent aisément, si l'on considère que les corrois dont on a fait usage en dernier lieu, forment, par le mélange fortement comprimé des terres, des cailloux et des graviers, une espèce de béton terreux que les eaux délavent difficilement.

Les terres argileuses naturelles ou rendues marneuses par l'adjonction de la chaux grasse sont étanches, mais elles se laissent aisément délayer et, par suite, traverser par les eaux. Si on les mélange d'une grande quantité de cailloux et de graviers et qu'on pilonne ce mélange, il est évident qu'on augmente l'imperméabilité des terres et qu'on effectue artificiellement ce qui se pratique sur les routes où un mélange de graviers et de détritus opéré par le roulage constitue une chaussée parfaitement étanche (5).

(5) On verra plus loin que les terres de la plaine du Rhin ne sont autre chose que le résultat de la décomposition des roches feldspathiques et granitiques du Jura et des Vosges, laquelle décomposition a donné naissance à des argiles plus ou moins mélangées de sable.

Si l'on délaye une certaine quantité de ces terres dans de l'eau de chaux,

Le lait de chaux grasse, avec lequel on arrosait les terres, présente l'avantage de faire périr les vers et les insectes qui y séjournent ordinairement. On a même remarqué que les taupes fuient les parties fraîchement corroyées au lait de chaux, tandis que précédemment elles choisissaient de préférence les talus que l'on venait de remonter avec des terres sans addition de chaux. Cet avantage mérite d'être pris en considération, car on n'ignore pas quels ravages causent les taupes dans les digues des canaux où elles pratiquent des voies souterraines par lesquelles s'échappent les eaux.

D'un autre côté, les nombreux enracinements par lesquels les corrois des talus pénètrent dans les levées, donnent à ces corrois une assiette parfaitement stable et empêchent leur glissement.

De sorte qu'en résultat, on obtient un revêtement étanche, non susceptible d'être délayé ou renversé.

Les travaux d'étanchement, arrivés à ce degré de perfection, n'ont pas été établis d'une manière continue dans toute l'étendue du canal. On ne les a exécutés que dans les parties où les filtrations étaient les plus abondantes et où les terrains étaient de la plus mauvaise qualité. Par mesure d'économie, on les a négligés partout où l'on trouvait quelque filon de terrain mélangé de terre; on s'est également contenté de n'élever les corrois des talus que sur une hauteur de $1^{m}.00$ à $1^{m}.20$ au-dessus des buscs (désignés

---

l'alcali est absorbé au bout de quelques jours. Si l'on fait un mortier composé d'une partie de chaux éteinte et de trois parties de terre, on obtient au bout de quelques jours, une pâte qui est assez plastique. Si l'on ajoute à cette pâte des graviers et des cailloux fortement comprimés, on forme un véritable béton, dans lequel l'argile et le sable dominent, et qui, sous l'eau, acquiert assez de consistance pour résister à diverses causes de destruction. Le bon effet que l'on obtient est dû principalement à l'addition de la chaux, qui donne du corps à la terre, propriété dont elle manque absolument.

Dans cette combinaison d'argile, de sable, de chaux et de gravier, l'argile jouit, à un certain degré, des propriétés de la pouzzolane.

sous le nom de corrois de 1re section), remettant à une autre époque la confection des corrois de 2e section, c'est-à-dire la continuation de ces travaux à 1m.50 de hauteur, qui est celle de l'étiage légal.

Mais les parties à négliger étaient très-rares, et les chômages successifs que l'on a faits depuis 1832 ont servi à constater que ces parties qui étaient les meilleures, dans l'origine, étaient devenues, par comparaison, les plus mauvaises. Tandis que les corrois ne présentaient pas de traces de filtrations, les parties conservées dans leur état naturel donnaient lieu à des fuites abondantes.

On profita des chômages pour corroyer successivement ces parties et aussi pour améliorer ceux des anciens corrois qui avaient donné lieu à des défoncements. Dans les premières années ces défoncements étaient très-fréquents et occasionnaient de grandes pertes d'eau. Il se formait, soit dans les talus, soit au plafond, et principalement au plafond, des entonnoirs qui engloutissaient les eaux. Ces entonnoirs se manifestaient surtout à l'amont des écluses où le canal est généralement en remblai.

Les opérations les plus considérables furent exécutées pendant les chômages de 1834, 1835, 1837, 1840 et 1844; elles ont consisté dans des travaux entièrement semblables à ceux que nous avons décrits pour la confection des corrois neufs. Seulement on avait soin de bien nettoyer l'entonnoir au vif et d'employer les terres vaseuses qui se trouvaient au fond du canal, *fig.* 14, 15, 16 et 17.

Ces réparations diminuent chaque année : et si dans les commencements, on a été dans le cas de les entreprendre sur une grande échelle, il faut l'attribuer à ce que les corrois primitifs n'ont pu être tous exécutés avec un soin égal. D'un autre côté, les améliorations extraordinaires que l'on a introduites dans ces derniers temps, dépendent de deux causes principales : la première, qui consiste dans le dépôt lent, mais assuré, des troubles que les eaux amè-

nent successivement, et la seconde dans l'emploi d'un procédé complémentaire d'étanchement digne d'être cité.

Étanchements par le sable. — Ce procédé consiste dans l'usage que l'on fait des sables fins pour compléter l'étanchement du canal. Il a l'avantage de pouvoir être employé sans qu'on retire les eaux, il n'est même possible qu'à la condition d'avoir une certaine hauteur d'eau au-dessus de la partie à étancher. Une fois que l'on a reconnu l'emplacement du défoncement, ce que l'on constate en enlevant provisoirement en grande partie les eaux du bief, on cure l'entonnoir au vif, au moyen d'une drague à main et de manière à ce que ses parois deviennent verticales. Ce travail préparatoire terminé, on rétablit le niveau ordinaire des eaux, on ferme les ventelles d'aval pour faire cesser tout courant, et l'on fait avancer le bateau chargé de sable. On jette celui-ci par masse, à la pelle, à travers l'eau et au droit du défoncement. Les particules de sable entraînées par les eaux qui s'engouffrent dans l'entonnoir, ferment par leur masse le défoncement qui existe et forment comme un tampon qui arrête instantanément toute filtration, *fig.* 18.

Les meilleurs sables que l'on emploie à cet usage proviennent des cavaliers de dépôt qui existent dans la forêt royale de la Harth. Leur composition a été déterminée par M. Detzem, ingénieur ordinaire, attaché au canal du Rhône au Rhin, qui a bien voulu, sur notre demande, se livrer, à ce sujet, à des recherches et à des expériences du plus grand intérêt.

Ces expériences ont constaté que la plaine supérieure du Rhin et les derniers rameaux du Jura qui viennent s'y perdre, sont formés en majeure partie de débris de roches granitiques et feldspathiques. Sur plusieurs points, ces roches se sont décomposées plus ou moins et ont donné naissance à des argiles, la plupart encore mêlées de parcelles qui n'ont pas subi une décomposition complète.

On trouve ces terres en grande abondance dans la forêt royale de la Harth et aussi dans la partie méridionale de l'arrondissement d'Altkirch, notamment à Hirsingen, à Feldbach et à Werentzhausen. Les graviers diluviens que l'on trouve dans ces trois localités ne sont pas arrivés à un état de décomposition aussi avancé que ceux de la Harth. Ils conservent encore leur forme, leur couleur et une partie de leur dureté quand on vient à les mettre à jour; mais une exposition de quelques semaines aux influences atmosphériques, provoque leur délitement complet et leur conversion en argile. Les cailloux blancs notamment donnent un kaolin du blanc le plus pur.

Soumise à des lavages, cette matière se trouve être composée de sables silicieux et d'argiles, à parties égales, ce qui, joint à son aspect, lui a fait donner dans le pays le nom générique de *sables*.

Lorsqu'on fait sécher un bloc de ce sable, lentement et à une température qui ne dépasse pas 30 degrés, il conserve sa forme extérieure primitive; seulement on remarque de nombreuses fissures qui sont une conséquence du retrait résultant de la chaleur et de la dessiccation. Si, dans cet état, on brise le bloc en fragments, on y découvre des noyaux de différentes couleurs, variant du blanc sale au jaune d'ocre, que l'on peut assez facilement isoler et qui ont la forme de cailloux roulés de diverses grosseurs.

Cette matière desséchée happe fortement à la langue: lorsqu'on la mouille, elle augmente de volume et dégage une forte odeur d'argile en formant une pâte maigre et courte, qui acquiert un peu de plasticité quand on y ajoute une petite quantité de chaux éteinte. Lorsqu'on la met en fragments dans un vase plein d'eau, elle se délite comme la chaux en dégageant une faible quantité de chaleur sensible seulement au thermomètre.

Ces observations permettent de rendre compte, d'une

manière satisfaisante, des résultats obtenus par l'emploi de ces sables pour les étanchements du canal.

Leur échouage a lieu par fragments que l'on a soin de conserver, sans les diviser, lorsqu'on les jette à la pelle à travers l'eau. Pendant que ces fragments traversent l'eau, ils n'ont pas le temps de se désagréger et ils arrivent en masse dans l'entonnoir qu'il s'agit de fermer. L'eau qui les enveloppe de toute part ne tarde pas d'agir et de produire une augmentation de volume qui contribue à fermer tous les interstices.

On fait également bon usage, dans la branche d'Huningue, quoiqu'ils soient d'une qualité inférieure à ceux de la Harth, des sables du Rhin qui sont déposés dans le canal sous Huningue par les eaux du fleuve. Ces sables sont mélangés d'une moindre quantité d'argile et sont plus légers, de sorte qu'ils sont entraînés plus facilement par les eaux, surtout lorsqu'ils sont employés en revêtement de talus.

L'emploi du sable n'a pas été uniquement restreint à la fermeture des défoncements ou entonnoirs qui se manifestaient dans les corrois terreux, il a été rendu plus général pour l'étanchement du plafond, sans intermédiaire de corrois, et pour le renforcement des corrois de talus qui ne présentaient pas assez de résistance. Dans le premier cas, c'est-à-dire lorsqu'il s'agissait d'étancher le plafond du canal, on recouvrait celui-ci d'une couche de sable de $0^{m}.30$ à $0^{m}.50$ d'épaisseur. Ce mode a parfaitement réussi dans le 4e bief de la branche d'Huningue, où il a été appliqué sur 7 000 mètres de longueur.

Dans le second cas, lorsque les talus sont peu perméables, ou lorsque l'étanchement a déjà été ébauché par l'application d'un revêtement en corroi argileux, mais qui est insuffisant, on couvre le talus intérieur d'une couche de sable de $0^{m}.20$ à $0^{m}.40$ d'épaisseur. On complète ainsi l'étanchement qui devient alors définitif et donne rarement lieu à des réparations ultérieures.

Mais ce mode n'est pas applicable dans le cas où la perméabilité des digues est considérable : il faut alors de toute nécessité recourir aux corrois argileux. De simples ensablements ne sont que des palliatifs. C'est ainsi que lorsqu'il se manifeste des filtrations dans les parties où les digues sont en remblai, on les étouffe immédiatement, et l'on évite la rupture de ces digues, par des jets de sable; mais au bout de quelque temps, les filtrations se reproduisent de nouveau.

Comme le 1er et le 2e bief, sous Huningue, sont fréquemment obstrués par les sables du Rhin qui s'y déposent, on les drague et on les transporte le long des talus du 4e bief, lequel est à peu près, sur toute sa longueur, c'est-à-dire sur 28 000 mètres, couvert par une berme de sable qui règne des deux côtés au pied des talus Cette banquette s'est herbacée et elle présente aujourd'hui ce phénomène remarquable d'une banquette qui ne permet pas la plus légère filtration, à travers des digues entièrement composées de cailloux roulés, auxquelles il paraissait impossible, il y a quelques années, de faire retenir les eaux et de faire produire la moindre végétation.

Bétonnages. — Partout où le fond du canal se trouvait en contre-haut du niveau maximum des eaux ambiantes, et cette circonstance s'est présentée presque partout, les étanchements ont été effectués par le procédé que nous venons de décrire. Cependant, pour quelques biefs ou parties de biefs, le plafond était en contre-bas du minimum de ces eaux souterraines : dans ce cas, l'emploi des corrois argileux devenait impossible et l'on a fait usage de béton hydraulique qui a été employé partout où l'on avait à travailler dans l'eau.

Les eaux ambiantes ne s'élevaient généralement que de $0^m.10$ à $0^m.15$, et au maximum à $0^m.20$ de hauteur au-dessus des buscs. Nous allons entrer dans quelques détails sur les procédés qui ont été employés.

Dans certains biefs, notamment dans les parties situées en aval des écluses, où le plafond était submergé, sur une faible hauteur, par un massif d'eau provenant de la nappe ambiante, on s'est contenté d'établir, de chaque côté, une banquette ou tapis en béton de 3m.50 à 4m.00 de largeur, y compris la base du talus à remonter en corrois ordinaires, plus un renfort élevé le long du talus refouillé, jusqu'au-dessus du niveau des eaux souterraines, *fig.* 19.

On profitait du moment où, par suite de sécheresses prolongées, les eaux avaient complétement disparu, pour établir un corroi de fond, selon la méthode ordinaire, sur toute la largeur du canal comprise entre les deux banquettes ou tapis.

Ces dispositions avaient pour but d'empêcher l'introduction des eaux extérieures dans le canal et l'on comprend que les parties en béton pourraient le remplir convenablement; mais il n'en était pas de même de celles du plafond qui étaient composées de corrois argileux que les eaux ambiantes, par l'effet de la sous-pression qu'elles exerçaient lors de leur ascension verticale, devaient percer de toutes parts.

Quelquefois on n'a pas atteint, avec le renfort en béton, la hauteur maxima des eaux ambiantes. Dans ce cas, celles-ci, en pénétrant dans le canal, au moment où l'on en retirait les eaux, faisaient glisser le pied des corrois argileux qui s'appuyaient sur le tapis.

Dans d'autres parties du canal, et toujours en aval des écluses, où les sources provenant des eaux ambiantes étaient plus puissantes, on a recouvert toute la surface du plafond d'un matelas en béton de 0m.15, 0m.20, et même de 0m.25 d'épaisseur. Les talus en corrois argileux reposaient d'ailleurs sur un tapis de la forme que nous venons de décrire, *fig.* 20.

Pour mieux faire comprendre les détails du procédé,

nous allons exposer ce qui a été fait dans le bief compris entre les écluses nos 73 et 74, où les eaux ambiantes se sont trouvées plus hautes que partout ailleurs. En leur laissant leurs cours naturel, elles s'élevaient à $0^m.25$ ou $0^m.30$ en contre-haut du busc d'aval de l'écluse n° 73; à 1 000 mètres en aval, elles n'étaient plus qu'au niveau de ce busc; et à environ 100 mètres en amont de l'écluse n° 74, elles se trouvaient à un mètre en contre-bas du busc de cette écluse.

Or, pour pouvoir exécuter efficacement les bétonnages, on a établi, de distance en distance, des batardeaux transversaux au moyen desquels on parvenait à tendre les eaux à $0^m.80$ et même à $1^m.10$ au-dessus des buscs de l'écluse n° 73. Ces batardeaux, en maintenant les eaux étales et de niveau, permettaient d'échouer le béton à l'abri des oscillations du mouvement vertical des eaux.

Dans le bief 73-74, on a posé une couche générale de béton dans le milieu du plafond et sur une longueur de 1 276 mètres en aval de l'écluse n° 73. Sur une étendue de 500 mètres, cette couche avait $0^m.20$ d'épaisseur, et une largeur de 6 mètres : sur 2 mètres de largeur de chaque côté, cette épaisseur était portée à $0^m.30$ et formait ainsi une banquette qui s'étendait sous le talus du corroi argileux. Contre la paroi intérieure de la fouille des talus, on avait élevé un renfort à $0^m.80$ au-dessus du busc, c'est-à-dire au niveau des eaux ambiantes tendues par des batardeaux, *fig.* 21.

Sur la largeur restante du bief, on a un peu diminué l'épaisseur et la largeur des banquettes, et enfin sur les derniers 376 mètres, la couche générale a été réduite à $0^m.25$ d'épaisseur.

Ici se présente l'occasion de parler d'un procédé particulier qui a été employé dans le bief 73-74. Les sources étant très-fortes, on eut l'idée d'en tirer parti pour l'alimentation des biefs inférieurs. Pour cela, on plaça,

de distance en distance, et aux points où les eaux jaillissaient avec le plus de violence, des tonneaux, et subsidiairement des caisses carrées sans fond, munis à leur partie supérieure d'un couvercle à charnière formant soupape susceptible de s'ouvrir de bas en haut, *fig.* 22.

Lorsque les eaux n'étaient qu'à une petite hauteur dans le canal, la puissance ascensionnelle des sources devait soulever la soupape, et les eaux ambiantes devaient profiter à l'alimentation du canal. Quand, au contraire, les eaux dans le canal étaient élevées à l'étiage ou à peu près, leur pression devait maintenir les soupapes fermées et empêcher leur déperdition.

Cette idée, quoique ingénieuse, n'a pas eu tout le succès qu'on en espérait, attendu que les soupapes ne fonctionnaient pas. Mais lorsque après un chômage on voulait réintroduire les eaux dans le canal, on ouvrait les soupapes et les eaux jaillissantes servaient au remplissage des biefs inférieurs. Ce remplissage s'effectuant lentement, on a renoncé à ce mode et aujourd'hui ces appareils sont complétement négligés.

Nous avons dit que lors de l'échouage du béton, dans le bief 73-74, on avait eu soin d'éviter l'effet des oscillations du niveau des eaux, par la construction de batardeaux transversaux; cependant, soit à cause de la faible épaisseur des couches, soit parce que les conditions d'une bonne constitution de béton n'avaient pas été observées (6), quelques parties ont été soulevées et ont, par là, occasionné de grandes pertes d'eau. C'est à la suite de ces accidents que l'on a eu l'idée de placer des tonneaux à soupapes aux points où les défoncements avaient principalement eu lieu.

Depuis l'écluse n° 63, jusqu'en aval de celle n° 74, on a

(6) En effet, ce béton était formé des déblais du canal composés de sables et de graviers en proportions indéterminées, que l'on gâchait avec de la chaux hydraulique non dosée, et l'on appréciait la qualité du béton au toucher et au sentiment.

exécuté des bétonnages sur 4 566 mètres de longueur, suivant la méthode qui vient d'être indiquée; ces travaux ont exigé un cube de béton de 10 763$^{m.c.}$.93, savoir :

	m.c.
2 274 mètres courants de couche générale et de base des talus ont absorbé un cube de béton de	6 577.51
Ce qui fait en moyenne, pour un mètre courant, un cube de 2^{m}.89.	
2 292 mètres courants de tapis et de bases, ou banquettes des talus, ont exigé un cube de	4 186.42
Ce qui fait en moyenne, pour un mètre courant, un cube de 1^{m}.83.	
Par conséquent,	
4 566 mèt. courants ont exigé un cube total de	10 763.93

Le mètre cube de béton a coûté, moyennement, pour fourniture, façon et emploi, 9 fr., ce qui donne par mètre courant de canal, avec couche générale et base des talus, une somme de. . . . . 26$^{fr.}$.01
et pour tapis et base ou banquette. . . . . 16$^{fr.}$.47

Plantations de roseaux et étanchements naturels. — Nous devons ajouter que depuis quelques années, les corrois d'étanchement ont été sensiblement améliorés par la plantation, au niveau des eaux d'étiage, de roseaux, d'iris ou d'autres plantes aquatiques. Ces végétaux consolident les corrois et les améliorent, attendu qu'ils retiennent les vases, terres et sables qui tombent du chemin de halage sur les talus et qui sans eux seraient entraînés par les eaux. D'un autre côté, ils mettent les corrois à l'abri du batillage que produisent les vents ou le passage des bateaux.

Les corrois ont généralement été établis le long des talus à 1^{m}.00, 1^{m}.10 et quelquefois à 1^{m}.20 de hauteur au-dessus du niveau des buscs. Les pertes du canal dans cette section ne sont pas considérables; mais afin de diminuer la violence du courant, on était dans la nécessité de tenir les

eaux au-dessus de 1^{m}.10, et par conséquent de ne pas admettre un tirant qui dépassât un mètre. Cependant, après avoir garni de roseaux les talus du canal, à la ligne de flottaison, nous sommes parvenu à maintenir constamment les eaux à un étiage de 1^{m}.30 et au-dessus. Il en résultait dans le commencement des filtrations si énormes, à travers les parties des talus qui n'étaient pas revêtues, que plusieurs fois les digues se sont rompues, et il fallait augmenter en proportion le volume d'eau puisé à Huningue; mais peu à peu ces parties se sont étanchées naturellement par le dépôt des vases amenées par les eaux, et de celles qui provenaient du chemin de halage et qui étaient retenues par les plantations. On est parvenu ainsi à porter, dès 1842, malgré les sécheresses extraordinaires de cette année, l'étiage à 1^{m}.30 au minimum, lequel correspond à un tirant d'eau des bateaux de 1^{m}.20.

Étanchement par les eaux troubles. — M. le baron de Pechmann, membre du conseil supérieur des constructions en Bavière, a fait insérer dans les *Annales des ponts et chaussées*, 2e semestre 1841, un mémoire dans lequel il signale les résultats qu'il a obtenus de l'emploi des eaux troubles pour l'étanchement de quelques biefs du canal Louis, qui joint le Danube au Mein. Le procédé dont il a fait usage consiste simplement, soit à introduire dans le canal les eaux troubles des cours d'eau dont il pouvait disposer, soit à répandre, sur le plafond, des terres argileuses et à agiter ensuite l'eau afin de maintenir ces terres en suspension; soit enfin, lorsqu'il existe des parties de canal naturellement argileuses, à agiter l'eau au droit de ces parties, afin d'en détacher des particules et de les mélanger avec les eaux.

L'eau, chargée de ces terres, dépose, en s'infiltrant à travers les sables, les molécules argileuses, dans les interstices que les grains laissent entre eux, et celles-ci ferment ainsi toutes les voies par lesquelles les fuites avaient lieu.

Tel est le mode suivi par M. de Pechmann et qui a été couronné d'un succès tel, que cet ingénieur ne craint pas d'affirmer « qu'il doute qu'on puisse trouver un canal qui » ne devienne complétement étanche avec facilité et en » peu de temps, si l'on peut y transporter de l'argile pour » la répandre sur le fond et pour l'agiter. »

Nous croyons devoir protester contre les conclusions trop absolues de M. de Pechmann, en ce qui concerne le canal du Rhône au Rhin, tout en rendant hommage à l'excellence relative de son système et aux heureux résultats qu'il a obtenus.

Le canal du Rhône au Rhin est de tous les canaux celui qui a exigé les travaux d'étanchement les plus considérables et les plus coûteux, et quoique l'on y ait fait usage de procédés semblables à ceux dont il s'agit, il a fallu cependant recourir à des moyens plus sûrs, plus puissants et plus immédiats.

Dans son mémoire, M. de Pechmann cite des applications de son procédé sur une longueur d'environ 6 200 mètres et dans un terrain composé de sables. Sur le canal du Rhône au Rhin, la longueur des biefs à étancher était de 120 kilomètres et le sol était formé d'un gravier diluvien composé de gros galets roulés, quelquefois mélangés de sable, mais le plus souvent dépourvus de toute matière ténue. On désignait ces parties sous le nom de *nids à noix*. Les eaux ne s'y infiltraient pas peu à peu, comme on l'observe dans les sables, mais elles s'y engouffraient comme dans un abîme.

Au demeurant, la différence dans la nature des terrains, sous le rapport de l'étanchéité, se manifeste par la quantité d'eau que l'on a employée dans les deux cas. Tandis qu'au canal Louis un débit de $0^{m.c.}.02$ à $0^{m.c.}.20$ suffisait pour produire l'effet que l'on avait en vue ; un cube de 15 mètres par seconde pouvait à peine franchir 28 kilomètres du canal du Rhône au Rhin, après l'exécution préalable d'immenses travaux d'étanchement.

Le procédé de M. de Pechmann n'était donc pas applicable au canal du Rhône au Rhin : les divers essais que l'on a tentés dans l'origine et qui ne s'éloignent pas beaucoup de ce procédé, le témoignent suffisamment. Il eût fallu un grand nombre d'années, un demi-siècle peut-être, pour opérer un étanchement complet.

On comprend aisément que l'emploi des eaux troubles a d'autant plus de succès que les interstices à fermer sont plus petits, et qu'il perd de son efficacité lorsqu'ils deviennent considérables, comme cela a lieu dans les terrains de graviers roulés. D'un autre côté, lorsque l'étanchement a été opéré ainsi que cela se pratique nécessairement, dans le principe, avec une faible hauteur d'eau, la pression de celle-ci étant peu considérable, le maintien des terres argileuses dans les vides du sable a parfaitement lieu; mais lorsque cette pression augmente avec la charge de l'eau, lorsque cette pression est continue, comme il arrive dans le cas où la navigation est ouverte avec un étiage de $1^m.50$, ces vides se débouchent quelquefois et les filtrations recommencent avec plus d'intensité, et si nous ne nous trompons pas, un effet pareil a dû se produire au canal Louis.

Ce n'est pas qu'il faille négliger le mode simple et économique proposé par cet ingénieur (7). Nous prétendons seulement qu'il n'est pas, ainsi qu'il l'affirme, applicable à tous les canaux, et qu'en raison de l'étendue des parties à étancher et de la nature des terrains, il se trouve des cas où des travaux d'étanchement plus complets sont indispensables. Le canal du Rhône au Rhin en est un exemple, et nous ne pensons pas que l'on pût parvenir à l'étancher

(7) Déjà en 1787, M. Ducros, inspecteur général des ponts et chaussées, a fait usage des eaux troubles pour étancher le canal de Narbonne avec le plus grand succès. *Voir* le mémoire de ce célèbre ingénieur, publié le 25 floréal an IX, sous le titre de l'*Évaluation des quantités d'eau nécessaires pour les canaux de navigation*.

sur 120 kilomètres de développement par des procédés différents et plus économiques que ceux qui ont été employés.

Pour rendre toute justice au système dont il s'agit, nous devons faire observer que les trois premiers biefs sous Huningue, sur 7 800 mètres de longueur, ont été étanchés naturellement par les eaux troubles du Rhin, quoiqu'elles fussent chargées de matières peu argileuses. D'un autre côté, depuis plusieurs années, on a soin, ainsi qu'on l'a exposé plus haut, de tenir les eaux constamment à un étiage très-élevé, afin que, par le dépôt des vases, on obtienne l'étanchement des parties des talus qui forment la seconde section et qui ne sont pas revêtues de corrois. Quoique ces corrois ne s'élèvent qu'à $1^{m}.00$ et $1^{m}.10$, et rarement à $1^{m}.20$, on est parvenu à tenir l'étiage à $1^{m}.30$ et $1^{m}.35$ de hauteur, en augmentant toutefois le débit des eaux alimentaires. Dans les commencements, de fréquentes ruptures de digues avaient lieu, par suite des grandes pertes qui se manifestaient dans les parties de digues non revêtues; le volume d'eau nécessaire à l'alimentation du canal augmentait aussi d'une manière considérable; mais peu à peu ces pertes ont diminué par le développement du phénomène que M. de Pechmann a observé sur le canal Louis, et l'on a pu réduire sensiblement le volume des eaux tout en maintenant le même niveau.

Ces heureux résultats obtenus sans aucune dépense et qui n'exigeaient autre chose qu'une grande surveillance exercée dans l'origine, pour éviter la rupture des digues, nous ont engagé à persévérer dans cette voie. Ainsi, après avoir porté les eaux de $1^{m}.10$ à $1^{m}.30$ et $1^{m}.35$, et les avoir maintenues à cette hauteur pendant plus de deux ans, nous avons encore relevé l'étiage et l'avons porté à $1^{m}.50$ où nous le tenons en ce moment, et qui est la limite maxima que l'on veut obtenir. Des ruptures de digues ont encore eu lieu; mais éclairé par l'expérience, nous sommes assuré

de pouvoir maintenir cet étiage, sans avoir besoin d'exécuter les corrois de seconde section dont la dépense était estimée 800 000 fr. et sans lesquels on ne se figurait pas pouvoir obtenir cette importante amélioration.

Notre intention, après la lecture du mémoire de M. de Pechmann, était de faire usage du châssis qu'il a employé au canal Louis pour remuer les argiles déposées au fond; mais nous avons dû y renoncer, dans la crainte de détruire les corrois qui couvrent le plafond et par conséquent d'augmenter les causes de perméabilité, tout en voulant les atténuer.

Si nous sommes convaincu, par notre propre expérience, ainsi qu'on vient de le voir, des avantages qu'on peut tirer des eaux troubles pour l'étanchement des canaux, nous restons également assuré que ce procédé n'eût pas été applicable dans l'origine pour étancher le canal du Rhône au Rhin, et qu'il ne pouvait remplacer celui que l'on a adopté. Les digues dans la zone comprise entre 1^{m}.10 et 1^{m}.50 de hauteur ne sont soumises qu'à une pression d'eau très-faible qui diminue notablement les filtrations; d'un autre côté, dans cette zone elles sont plus ou moins gazonnées, plus ou moins revêtues de détritus qui ont diminué leur perméabilité. On conçoit que le procédé dont il s'agit ait été héroïque le long de cette zone; mais il n'en eût pas été de même lorsqu'il s'agissait d'avoir un mètre de hauteur d'eau sur un développement de 120 kilomètres d'un canal creusé dans un terrain si perméable. Il eût fallu procéder en cheminant de l'amont à l'aval, étancher d'abord le plafond et les talus sur une faible hauteur et sur une petite distance, marcher ainsi de mètre en mètre, en augmentant successivement et simultanément la longueur et la hauteur des parties étanchées, travail immense dont le succès à la longue peut n'être pas nié d'une manière absolue, mais qui eût exigé des délais dont il n'était pas permis de disposer.

Emploi des vases du canal pour l'étanchement des talus au-dessus des corrois de 1re section. — On fait également usage d'un autre procédé très-simple qui consiste à retrousser sur les talus, dans la zone de la 2e section, les vases qui se sont déposées sur le plafond du canal. Cette opération se fait lors des chômages du canal et elle a été constamment suivie des plus heureux succès, attendu que ces légers revêtements arrêtent les fuites d'eau et consolident les talus tout en n'exigeant presque aucune dépense, puisque les vases, au lieu d'être rejetées sur les francs-bords du canal, sont utilisées sur les talus.

C'est surtout lorsque les talus sont dégradés, lorsque la couche superficielle herbacée et généralement plus étanche a été enlevée, soit par le batillage des eaux, soit par le fait du passage des bateaux et que par conséquent les talus présentent à nu leurs parties graveleuses et perméables, que ce procédé est employé avec succès.

Dépense. — Le montant total des dépenses faites depuis 1828 jusqu'à la fin de 1843, sur la branche latérale au Rhin, entre l'écluse n° 4 et l'écluse n° 85, pour travaux d'étanchement de toute espèce, s'élève à la somme de 1 800 000 fr., ainsi que cela est constaté par les états de situation annuels.

Ce chiffre comprend non-seulement les travaux neufs, mais encore toutes les réparations que l'on a été dans le cas d'exécuter.

Nous croyons utile de donner le sous-détail du prix des corrois argileux tels qu'ils ont été adoptés en dernier lieu. Nous devons faire remarquer que le plafond est supposé approfondi, *à priori*, de la quantité nécessaire, et que les cailloux et graviers sont pris dans les fouilles mêmes que l'on est dans le cas de faire pour la formation du revêtement des talus.

Sous-détail du prix d'un mètre courant de corrois d'étanchement du canal.

CORROI DE TALUS.

Corroi de talus sur une longueur de 100 mètres et une section de 3 mètres par mètre courant du canal, soit 300 mètres de remblai.

	fr.	fr.
a, *approvisionnement de terres sur les digues.*		
Un cube de 300 mètres de terres argileuses fouillées dans les francs-bords du canal, chargées et transportées en voiture à 300 mètres de distance moyenne et mises en tas sur les crêtes intérieures des digues, à raison de 0fr..70 le mètre cube, ci. . . .	210.00	210.00
b, *main-d'œuvre.*		
1° Abatage des talus, 300 mètres cubes de déblais à 1 1/2 jet de pelle, à raison de 0fr..25 le mètre.	75.00	
2° Nettoiement des fouilles des talus, fouille de liaisons dans la digue, avant et au fur et à mesure du remontage, par forme de gradins en liaisons de 0m.15 en 0m.15 de hauteur : 7 journées de manœuvre à 1fr..30.	9.10	
3° Remaniement et piochage des terres, cassage des mottes, premier arrosage et jet des terres de dessus la la digue : 47 journées à 1fr..30.	61.10	
4° Extraction des racines, herbes, etc. : 15 journées à 0fr..80 l'une.	12.00	
5° Régalage des terres par couches de 0m.07 à 0m.08 d'épaisseur : 15 journées de dresseur à 1fr..50.	22.50	
6° Ramassage et transport à pied d'œuvre, de gros cailloux, pose à la main sur chaque couche : 40 journées de manœuvre à 0fr..80. . . . . . . 32 fr. 4 *id.* de voitures à un collier à 3fr..50. . 14 fr.	46.00	
7° Damage des gros cailloux ; 15 journées à 1fr..30. .	19.50	
8° Passage à la claie et transport à pied-d'œuvre du gravier nécessaire au rechargement des couches : 30 journées à 1fr..20. . . . . 36fr..00 3 *id.* de voitures à 3fr..50. . . . . 10fr..50	46.50	
9° Damage des graviers à deux reprises : 30 journées à 1fr..30.	39.00	
10° Transport à la voiture et à pied-d'œuvre de la chaux grasse éteinte, puisage de l'eau dans des barriques, façon de lait de chaux, transport sur place de l'eau de chaux au moyen de tonnes à bras et arrosage des terres en tas et sur les couches à plusieurs reprises : 35 journ. de manœuvre au prix moyen de 1fr..10. 38fr..50 2 1/2 *id.* de voitures à un collier à 3fr..50. . . 8fr..75	47.25	
11° Dressement et recoupe des talus, battage à la dame plate, etc. : 10 journées de dresseur à 1fr..50. . .	15.00	
12° Transport d'un atelier à l'autre des terres en excédant, des outils et ustensiles ; courses et commissions, recherche et distribution d'eau à boire pour les ouvriers, etc. ; 10 journées de manœuvre à 1fr..20.	12.00	
13° Transport au dehors des levées, des sables provenant des déblais des talus passés à la claie, des herbes, gazons, etc. : un cube de 50 mètres à 0fr..40.	20.00	
Main-d'œuvre pour façon de 100 mètres courants de corrois de talus.	424.95	424.95
A reporter, ...		634.95

c, *fourniture de chaux grasse pour les arrosages.*

Report.		fr. 634.95

Pour la confection de 100 mètres courants de corrois de talus il faut $4^{m.c.}.50$ de chaux grasse éteinte pour façon du lait de chaux nécessaire à l'arrosage des terres.

	fr.
1° Achat et transport sur les lieux d'un mètre cube de chaux grasse vive.	24.00
2° Déchet : $0^{m}.02$.	0.48
3° Décharge, mesurage et extinction : 1j.25 de manœuvre à $1^{fr}..30$.	1.63
Dépense pour un mètre cube de chaux vive produisant $1^{m}.50$ de chaux éteinte.	26.11
Ce qui fait revenir le mètre de chaux éteinte à.	17.41

et les $4^{m.c.}.50$ nécessaires, à.	78.35
Total.	713.30
A quoi il faut ajouter pour cube plus fort résultant des liaisons, éboulements et talus trop gras : $0^{fr}..10$ par franc.	71.33
Dépense pour 100 mètres courants de corrois de talus.	784.63
Ou par mètre courant.	7.85

CORROI DE FOND SUR DEUX COUCHES D'UNE ÉPAISSEUR ENSEMBLE DE $0^{m}.20$ AVANT LE DAMAGE.

Corroi de fond sur 100 mèt. de longueur et 10 mèt. de largeur.

a, *transport des terres au fur et à mesure de l'emploi.*

	fr.
Un cube de 200 mètres de terres argileuses fouillées dans les francs-bords du canal, chargées et transportées en voitures à 500 mètres de distance, à raison de $0^{fr}..90$ le mètre	180.00

b, *main-d'œuvre.*

Première couche de $0^{m}.07$ d'épaisseur sans cailloux ni gravier.

	fr.		
1° Piochage du fond à corroyer et enlèvement des gazons, etc. : 10 journées de manœuvre à $1^{fr}..30$.	13.00		
2° Décharge des voitures, cassage des mottes, remaniement et préparation des terres, etc. : 6 journées à $1^{fr}.30$.	7.80		
3° Extraction et transport au dehors des racines, gazons et autres corps étrangers se trouvant dans les terres, etc. : 4 journées à $0^{fr}..80$.	3.20		
4° Régalage des terres sur une couche de $0^{m}.08$ à $0^{m}.10$ d'épaisseur : 5 journées à $1^{fr}..40$.	7.00		
A reporter.	31.00	180.00	7.85

		fr.	fr.	fr.
Report.		31.00	180.00	7.85
5° Puisage et transport de l'eau à pied-d'œuvre, arrosage du fond du canal, des terres isolément et en couches, etc. : 5 journées à 1^{fr}.10.		5.50		
6° Damage de la première couche de corroi : 15 journées à 1^{fr}.30.		19.50		
Dépense pour la première couche.		56.00		
Deuxième couche avec cailloux et graviers.				
1° Décharge des voitures, cassage des mottes, etc. : 8 journées à 1^{fr}.30.		10.40		
2° Extraction des racines, etc. : 5 journées à 0^{fr}.80.		4.00		
3° Régalage des terres sur une couche de 0^{m} 10 à 0^{m}.12 : 8 journées à 1^{fr}.40.		11.20		
4° Transport à pied-d'œuvre de la chaux, puisage de l'eau, façon de lait de chaux, transport sur place au moyen de tonnes à bras, arrosage des terres et des couches, à plusieurs reprises, etc. :				
10 journées de manœuvre à 1^{fr}.20.	12^{fr}.00	14.63		
0j.75 *id.* de voiture à un collier à 3^{fr}.50	2^{fr}.63			
5° Ramassage et transport à pied-d'œuvre de gros cailloux, pose à la main sur la couche, etc. :				
28 journées de manœuvre à 0^{fr}.80.	22^{fr}.40	31.15		
0.50 *id.* de voiture à un collier à 3^{fr}.50	8^{fr}.75			
6° Damage des cailloux : 15 journées à 1^{fr}.30		19.50		
7° Passage des graviers à la claie et transport à pied-d'œuvre, régalage des graviers à la pelle sur la couche à différentes reprises :				
14 journées de manœuvre à 1^{fr}.30.	18^{fr}.20	23.45		
1.50 *id.* de voiture à un collier à 3^{fr}.50	5^{fr}.25			
8° Damage des graviers : 15 journées à 1^{fr}.30		19.50		
9° Fermeture des ornières occasionnées par les voitures roulant sur les corrois déjà faits, transport des outils et ustensiles, commissions, etc. : 3 journées à 1^{fr}.20.		3.60		
10° Deuxième et quelquefois troisième damage pour achever d'enfoncer les graviers, après des pluies, etc, moyennement 10 journ. à 1^{fr}.30		13.00		
Main-d'œuvre pour façon de 100 mètres courants de corrois de fond sur la largeur du canal.		206.43	206.43	
c, *fourniture de chaux grasse pour les arrosages.*				
Pour la confection de 100 mètres courants de corrois de fond il faut 3 mètres cubes de chaux grasse éteinte pour façon de lait de chaux nécessaire à l'arrosage des terres, ce qui, à raison de 17^{fr}.41 le mètre, fait.			52.23	
Total			438.66	
A reporter.			438.66	7.85

	fr.	fr.
Report.	438.66	7.85
A quoi il faut ajouter, pour cube plus fort résultant des inégalités du fond, éboulements, etc., $0^{fr}.05$. . .	21.93	
Dépense pour 100 mètres courants de corrois de fond	460.59	
Ou par mètre courant.		4.61
Total par mètre courant d'étanchement.		12.46
Outils et faux-frais, etc. : $0^{fr}.05$ par franc.		0.62
		13.08
Bénéfice de l'entrepreneur : $0^{fr}.10$ par franc.		1.31
Prix par mètre courant d'étanchement du canal. . . .		14.39
Prix du mètre cube d'étanchement.		
La section par mètre courant du canal étant de : Pour les corrois de talus. . . 3 mèt. / *Idem.* de fond. . . 2 mèt. } 5 mètres, il en résulte que le mètre cube d'étanchement coûterait moyennement. . .		2.88

Nota. En supposant que l'on ne veuille pas arroser les terres avec de l'eau de chaux, il y aurait lieu de déduire $1^{fr}.63$ du prix du mètre courant de corrois qui se trouverait ainsi réduit à $12^{fr}.76$, au lieu de $14^{fr}.39$.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Nous allons résumer ce que nous avons exposé dans le courant de ce rapport et nous terminerons par l'appréciation des résultats que les étanchements entrepris jusqu'à ce jour ont permis d'obtenir.

Le canal du Rhône au Rhin, entre Huningue, le carrefour, Neuf-Brisach et Strasbourg, a été établi dans la basse plaine du Rhin, en contre-bas du rideau qui s'étend longitudinalement dans la vallée et qui règne à peu de distance du fleuve. Cette basse plaine est formée d'un mélange de cailloux, de graviers et de sables diluviens à peine recouverts, dans certains endroits, d'une légère couche de terre végétale.

Ce terrain est extrêmement perméable : les eaux s'y infiltrent, y surgissent et siphonnent avec la plus grande facilité et comme à travers un crible.

Lorsqu'en 1827, on a essayé d'y introduire les eaux

du Rhin, c'est à peine si les 5 mètres cubes d'eau par seconde que l'on a puisés à Huningue et les 7 mètres cubes d'eau pris dans la rivière d'Ill sont arrivés au seizième kilomètre. Toutes les tentatives que l'on a faites alors, soit avec les eaux de l'Ill, soit avec celles du Rhin, pour opérer un étanchement naturel par le dépôt des troubles, ont été infructueuses et l'on a été obligé de revêtir le plafond et les parois du canal, sur à peu près toute son étendue, entre Huningue et Strasbourg, d'un cuvelage artificiel susceptible de retenir les eaux. Après un grand nombre d'essais infructueux et après des recherches multipliées et laborieuses, on s'en est tenu au procédé qui consiste à tapisser le fond et les talus d'un corroi de terres mélangées avec des graviers.

Lorsque les terres étaient trop maigres, on les rendait plus énergiques en les arrosant avec du lait de chaux grasse, de manière à former une espèce de marne. Les corrois étaient composés de couches de terres, dans lesquelles on battait à la dame du gros et du menu gravier en arrosant, soit avec de l'eau, soit avec du lait de chaux, suivant le cas. Plusieurs couches ainsi superposées et sur $0^{m}.20$ d'épaisseur totale pour le plafond et sur $0^{m}.30$ d'épaisseur moyenne pour les talus ont suffi pour arrêter les filtrations.

Les étanchements avec ce béton terreux ont été exécutés sur toute la ligne et ont donné les résultats les plus heureux. On a pu, à la fin de 1832, introduire les eaux dans le canal et livrer celui-ci, dès ce moment, à la navigation qui, depuis 1833, n'a plus été interrompue pour manque d'eau.

Lorsqu'il se manifeste des avaries dans les corrois, l'on y remédie par des échouages de sables argileux extraits de la forêt royale de la Harth, ou des dépôts que les eaux du Rhin forment dans les deux premiers biefs sous Huningue. Ces sables, surtout les premiers, ont la

propriété de produire une étanchéité parfaite lorsqu'on les verse par masse, à travers l'eau tranquille et sans courant, dans les entonnoirs ou dans les fissures. Quelquefois, lorsque les entonnoirs sont trop grands et trop multipliés, il est impossible d'employer ce procédé et alors on répare les corrois par l'application de pièces nouvelles en béton terreux.

Les résultats obtenus sont tels que le canal du Rhône au Rhin est aujourd'hui encore de tous les canaux celui dont l'alimentation est le mieux assurée, celui où la navigation n'éprouve jamais d'interruption par le manque d'eau et où l'on peut affirmer de pouvoir obtenir le mouillage légal de $1^{m}.50$ avec une dépense parfaitement appréciée.

Les corrois d'étanchement ont été élevés le long des talus sur un mètre seulement de hauteur : dans quelques endroits à $1^{m}.10$ ou $1^{m}.20$. Au-dessus de cette limite, on n'a rien fait et les berges sont restées perméables. C'est que, dans le principe, on a pensé, avec beaucoup de raison, qu'il importait surtout de livrer le canal à la navigation, quoiqu'il ne permît qu'un tirant d'eau d'un mètre, sauf à améliorer plus tard la situation, s'il y avait lieu.

Le commerce, le public, l'administration étaient impatients de voir la navigation s'ouvrir : on a obéi a cette impatience bien légitime, autant qu'il a été au pouvoir des ingénieurs, et on a effectivement obtenu des résultats qui ont dépassé toutes les prévisions.

Mais depuis onze ans que le canal est livré à la navigation, les exigences ont grandi, des concurrences redoutables se sont établies, et on se trouve aujourd'hui dans l'obligation d'augmenter le tirant d'eau, afin de diminuer le fret et d'assurer au canal un transport qui est menacé sérieusement dans l'avenir. On est donc obligé d'améliorer le régime hydraulique du canal, qui pendant longtemps a paru suffisant.

On tâche, chaque jour, de perfectionner ce régime par des travaux d'entretien et de réparation judicieusement exécutés, qui ont déjà produit des résultats remarquables. C'est ainsi que par de simples plantations de roseaux le long de la ligne de flottaison, par l'application contre les talus des vases qui se déposent sur le fond, par l'immédiate réparation des avaries et en ayant soin de tenir les eaux très-élevées (de $1^{m}.30$ à $1^{m}.35$), on est parvenu à porter à $1^{m}.20$ le tirant d'eau des bateaux à partir de 1842, tandis que précédemment il n'était que d'un mètre et par exception de $1^{m}.10$.

Depuis le commencement de l'année 1844, les eaux sont tenues dans tous les biefs à une hauteur de $1^{m}.50$ qui est la limite que l'on veut obtenir et qui correspond à un tirant d'eau des bateaux de $1^{m}.35$ à $1^{m}.40$.

Nous sommes assuré, par l'expérience que nous avons acquise, que l'étanchement des parties supérieures des talus sera obtenu de cette manière, sans aucune dépense, par le dépôt naturel et successif des vases que les eaux tiennent en suspension.

Les améliorations que l'on a obtenues depuis 1832 jusqu'à ce jour, sont consignées dans le tableau suivant qui donne le débit par seconde des eaux alimentaires à l'écluse d'Huningue et au carrefour, c'est-à-dire à 28 000 mètres plus bas.

Voir le tableau page 268.

ANNÉES.	DÉBIT PAR SECONDE		PERTES sur la branche d'Huningue.	OBSERVATIONS.
	à l'écluse d'Huningue.	à l'écluse n° 42 au carrefour.		
	m. c.	m. c.	m. c.	
1832.	11.05	3.81	7.24	(a)
1833.	11.05	4.61	6.44	(b)
1834.	11.00	4.35	6.66	(c)
1835.	12.04	6.31	5.73	(d)
1836.	12.45	6.40	6.05	(e)
1837.	6.84	4.45	2.39	(f)
1838.	4.47	3.12	1.35	(g)
1839.	7.42	5.54	1.88	(h)
1840.	4.02	2.95	1.07	(i)
1841.	8.12	5.96	2.16	(j)
1842 (mai). . . .	8.84	6.95	1.89	(k)
1842 (juin). . . .	13.78	8.77	5.01	(l)
1842 (août). . . .	8.59	7.71	0.88	(m)
1843 (avril). . . .	8.90	3.03	5.87	(n)
1843 (juillet). . .	11.99	3.03	8.96	
1843 (septembre).	10.14	3.35	6.79	
1843 (décembre).	7.22	2.66	4.56	
1844 (mai). . . .	8.61	6.90	1.71	(o)
1844 (août). . . .	6.07	5.48	0.59	(p)

(*a*) A la fin de 1832 le canal a été livré à la navigation.
(*b*) Navigation avec 0m.80 et 1m.00 de mouillage.
(*c*) *Idem.*
(*d*) Navigation avec 1m.00 et 1m.10 de mouillage.
(*e*) *Idem.*
(*f*) *Idem* avec 1m.10 de mouillage.
(*g*) *Idem* avec 1m.20 de mouillage.
(*h*) *Idem.*
(*i*) *Idem.*
(*j*) *Idem.*
(*k*) *Idem* avec 1m.30 et 1m.35 de mouillage, et 1m.20 de tirant d'eau.
(*l*) Avant le chômage de huit jours et par la plus grande sécheresse.
(*m*) Après le chômage pendant lequel on a réparé les corrois d'étanchement.
(*n*) Navigation avec 1m.30 à 1m.35 de mouillage.
(*o*) Navigation avec mouillage de 1m.50 (avant le chômage des mois de juin et juillet).
(*p*) Navigation avec un mouillage de 1m 50 (après le chômage).

Si on considère que depuis 1832 le mouillage a été constamment en augmentant, on reste convaincu que la quantité d'eau que l'on puise à Huningue a toujours di-

minué; et si on se reporte également à 1842, on remarque qu'au mois de juillet, avant le chômage de huit jours que nous avons fait faire pour l'exécution des principales réparations des corrois d'étanchement, le volume d'eau pris à Huningue était de 13m.c.78, tandis qu'au mois d'août, après le chômage, c'est-à-dire après la réparation des corrois, ce volume était réduit à 8m.59; les pertes sur la branche d'Huningue ont également été réduites de 5m.01 à 0m.88. Nous devons faire observer que l'année 1842 a été exceptionnelle pour les sécheresses extraordinaires qui ont régné alors, que de plus elle a coïncidé avec l'élévation de mouillage à 1m.35, ce qui explique le chiffre de 13.78. Mais ce qui est remarquable, c'est que dans les mêmes conditions climatériques et après quelques légères réparations partielles des corrois, ce débit a été réduit à près de moitié.

Si on estime à 10 mètres cubes, en moyenne, le volume d'eau qui était nécessaire à l'alimentation du canal avant 1841, le débit journalier est de 864 000 mètres cubes qui représentent une tranche d'eau de 0.60 par jour à peu près, sur toute l'étendue du canal, d'un développement de 105 kilomètres (8), ou de 0m.025 par heure. En supposant un mouillage moyen de 1m.30, et un périmètre mouillé de 28 mètres quarrés, la perte par filtrations, sur un mètre quarré, est de 0m.c.33 par jour ou de 0m.c.14 par heure, ou encore de 8 230 mètres par kilomètre et par jour.

Les pertes d'eau entre Huningue et Strasbourg sont donc énormes. Dans la situation actuelle, malgré les travaux d'étanchement que l'on a exécutés, le prodigieux volume d'eau que l'on puise dans le Rhin à Huningue, est entièrement absorbé par les filtrations, attendu que le mouvement de la navigation étant très-faible (cinq bateaux

(8) Entre Huningue et la rivière de la Grafft qui traverse le canal et l'alimente jusqu'à Strasbourg.

par jour), l'emploi pour les éclusées n'est pas à prendre en considération. On doit négliger aussi les pertes par évaporation qui représentent une couche d'eau d'une épaisseur moindre que 0.0023, qui est celle que l'on a trouvée pour le canal du Midi. On comprend facilement l'intensité de ces pertes, si l'on songe : 1° que l'on tient les eaux à $1^m.30$ et $1^m.50$ de hauteur, tandis que les corrois des talus ne s'élèvent qu'à $1^m.00$, $1^m.10$ et $1^m.20$, et qu'il règne par conséquent, des deux côtés et sur toute la longueur du canal une zone de $0^m.30$ à $0^m.50$ de hauteur, non revêtue; 2° que les corrois primitifs n'ont pas été exécutés d'une manière complète, et qu'il s'y manifeste nécessairement des fissures et des entonnoirs dans lesquels les eaux disparaissent.

En présence de ces résultats, on restera convaincu que l'emploi des eaux troubles, tel qu'il a été mis en pratique par l'inspecteur général Ducros à la fin du dernier siècle, pour l'étanchement du canal de Narbonne, et le procédé perfectionné de M. de Pechmann pour l'étanchement du canal Louis en Bavière, ne pouvaient trouver leur application au canal du Rhône au Rhin au moment où il a été ouvert, et qu'il a été d'une absolue nécessité d'exécuter *à priori* un cuvelage artificiel susceptible de contenir les eaux. Ce n'est que subsidiairement, pour améliorer les corrois et pour étancher les parties supérieures des talus soumises à une moindre pression, que les eaux troubles ont produit des résultats satisfaisants qui se traduisent dans l'élévation de l'étiage du canal de $1^m.00$ à $1^m.50$.

Strasbourg, le 29 août 1844.

N° 123.

Statistique des produits de l'industrie des chemins de fer anglais, en 1843;

Par M. J.-T. HACKETT (traduit de l'anglais).

Du tableau imprimé ci-après l'on déduit les résultats suivants :

Le nombre des voyageurs a été, pendant l'année dernière, de 17 255 085 sur trente chemins de fer.

Les recettes totales pendant l'année sur quarante-quatre chemins, montant à 121 656 906 fr., donnent un produit moyen annuel de 48 146 fr. par kilomètre, ou 926 fr. par semaine et par kilomètre.

Si l'on retranche de la recette brute 40 pour 100, ou 48 762 760 fr. pour les dépenses d'exploitation, 4 527 482 fr. pour le droit de 5 pour 100 perçu par l'état sur les voyageurs, et 2 054 026 fr. pour l'impôt foncier, il restera un produit net de 66 413 642 fr., pour servir, au taux moyen de 4.55 pour 100, les intérêts du capital dépensé jusqu'ici; lequel, d'après les renseignements les plus récents, s'élève à 1 414 604 620 fr.; en ne tenant aucun compte, bien entendu, des valeurs nominales et des actions privilégiées.

Les recettes de 1843 dépassent celles de 1842 d'au moins 12 240 000 fr., ce qui fait, par semaine, une augmentation de 235 000 fr. en faveur de 1843 : ce résultat permet d'augurer favorablement de la future prospérité des chemins de fer, et explique dans une certaine mesure le grand empressement que le public a montré dans ce dernier temps pour les placements en railways; empressement qui, joint à l'état de l'argent sur la place, a fait monter les actions des chemins de fer à un taux étonnant.

Quelque considérable que soit cependant l'excédant des recettes de 1843 sur celles de 1842, cet excédant est loin d'arriver à contre-balancer l'important accroissement du capital engagé depuis cette année 1842; cet accroissement,

nous le reconnaissons à regret, s'élève à l'énorme somme de 124 899 339 fr. qui excède ainsi de 3 242 433 fr. les recettes totales. Pour cette somme, nous avons 106.2 kilomètres de chemins de fer nouvellement ouverts. Si le prix de revient de chaque kilomètre eût été, tout compris, de 891 928 fr. prix moyen actuel (supposition qui paraît favorable, eu égard à l'économie que notre expérience dans ce genre de construction devrait désormais nous mettre à même de réaliser), le prix total des 106.2 kilomètres se serait trouvé de 58 834 056 fr. En retranchant cette somme de l'ensemble des dépenses de construction faites dans cette dernière année, savoir : 124 899 339 fr., il nous restera encore à porter en dépense, en une année après que les railways étaient supposés devoir être terminés, une somme excédant sans aucun doute les produits nets des dits railways en 1843. Certainement les 106 kilomètres de chemins de fer n'exigeaient point pour leur achèvement, une dépense si considérable, qui fait monter le prix du kilomètre à 1 176077 fr., en admettant même (et cela est très-douteux), qu'il n'y ait eu aucuns travaux commencés en 1842. Cet état de choses est sérieux, surtout dans un moment où des demandes sont adressées au Parlement pour la concession d'un si grand nombre de nouvelles lignes de chemins de fer, et où ce genre d'industrie peut emprunter presque indéfiniment à un taux modique d'intérêt. Si l'on n'adopte pas un meilleur système en ce qui regarde les dépenses d'établissement des chemins de fer, les actionnaires de beaucoup de railways y trouveront leur ruine au bout de quelques années. Nous désirons sincèrement que le mode de communication par chemins de fer, l'un des plus grands perfectionnements des temps modernes, n'en vienne point, par une mauvaise administration et par aveuglement, à perdre la plus grande partie de ses grands avantages, et nous formons ce vœu non-seulement dans l'intérêt des actionnaires qui ont engagé un capital si considérable dans l'espoir de réaliser de grands bénéfices, mais aussi dans l'intérêt du public que compromettrait gravement un coup porté au crédit dont jouissent les entreprises d'utilité publique.

RECETTES.			RECETTES MOYENNES par semaine et par kilomètre.	
ses, etc.	Total pour 1843.	Total en 1842.	1843.	1842.
	fr	fr.	fr.	fr.
.20	1 774 558.80	1 483 725.60	723	805
.00	1 740 110.40	1 534 428.00	712	790
.20	1 819 591.20	1 629 759.60	743	798
.80	1 861 876.80	1 612 144.80	763	813
.40	1 909 630.80	1 746 738 00	767	853
.20	1 786 881.60	1 450 512 00	731	790
.80	1 737 061.20	1 601 182.80	708	796
.00	1 743 814.80	1 685 862.80	712	813
.60	1 840 809.60	1 731 290.40	751	796
.00	1 883 196.00	1 768 388.80	779	790
.00	1 922 306.40	1 823 396.40	786	829
.80	1 971 824.40	1 914 023.60	805	857
.20	2 011 9[illegible]7.60	1 987 624.80	798	888
.40	24 003 579.60	21 971 577.60		
.80	2 185 873.20	2 116 900.80	868	946
.00	2 256 658.00	2 063 000.00	896	919
.20	2 306 792.80	2 052 313.20	915	915
.80	2 477 916.00	2 126 678.40	978	950
.80	2 395 411.20	2 196 835.20	946	982
.00	2 351 437.20	2 260 616.40	927	1 009
.00	2 298 895.20	2 255 450.40	907	1 040
.40	2 259 835.20	2 461 183.20	892	1 119
.40	2 500 696.80	2 021 846.40	980	986
.60	2 497 597.20	2 296 980.00	1 033	997
20	2 579 673.60	2 337 678.00	1 017	1 013
20	2 597 212.80	2 060 679.60	1 025	990
.60	2 597 590.80	2 329 160.40	1 017	997
.00	31 300 794.00	28 579 572.00		
40	2 708 366.00	2 122 288.40	1 060	986
80	2 826 054.00	2 609 258.40	1 107	1 119
80	2 832 580.80	2 522 041.20	1 111	1 095
80	2 803 972.80	2 313 041.60	1 095	1 111
20	2 836 486.80	2 757 888.00	1 111	1 197
00	2 939 428.80	2 595 600.20	1 150	1 130
60	2 830 388.40	2 372 101.20	1 107	1 076
20	2 795 562.00	2 282 868.00	1 095	1 033
00	2 781 702.00	2 425 424.40	1 087	1 170
20	2 731 503.60	2 492 845.20	1 068	1 040
00	2 818 166.40	2 605 756.60	1 103	1 080
50	2 779 191.80	2 407 305.60	1 080	997
20	2 531 214.00	2 438 805.60	1 080	1 025
30	36 408 834.00	31 105 228.40		
20	2 679 012.00	2 423 710.80	1 048	1 009
50	2 719 378.40	2 387 448.00	1 064	1 006
00	2 611 778.40	2 277 550.80	1 025	939
00	2 503 054.50	2 122 268.40	970	872
50	2 386 876.50	2 186 755.20	923	884
50	2 183 554.60	1 962 097.20	857	798
20	2 125 368.00	1 936 040.40	833	798
00	2 037 016.80	1 841 061.60	798	759
50	1 935 536.40	1 840 255.60	759	747
40	2 053 119.60	1 876 266.00	805	768
20	2 133 860.40	1 934 931.60	837	796
50	2 578 212.00	2 197 137.60	1 009	903
0	2 049 919.20	1 787 158.80	802	743
0	29 943 698.40	24 756 503.20		
0	121 656 906.00	109 412 631.20		

N° 124.

Détails historiques et statistiques sur quelques chemins de fer d'Autriche et de Bavière;

Par M. DUCROS, Ingénieur des ponts et chaussées.

SOMMAIRE.

§ 1er. Autriche.
- 1° Chemin de fer de Budweiss à Linz et de Linz à Gmunden;
- 2° Chemin de fer de Prague à Pilsen et de Pilsen à Budweiss;
- 3° Chemin de fer de Vienne à Glognitz;
- 4° Chemin de fer du Nord;
- 5° Chemin de fer de Presbourg à Tyrnau;
- 6° Chemins de fer de l'état.

§ 2. Bavière. . . Chemin de fer de Munich à Augsbourg.

---

§ 1er. Autriche.

1° Chemin de fer de Budweiss à Linz et de Linz à Gmunden.

HISTORIQUE SOMMAIRE.

Établissement du chemin. — Le 7 septembre 1824, M. de Gerstner obtint la concession pour cinquante ans, d'un chemin de fer à construire entre la Moldau et le Danube, destiné à ouvrir par le cours de la Moldau et de l'Elbe, un débouché jusqu'à Hambourg, aux divers produits de la Haute-Autriche, et particulièrement aux sels des environs de Salzbourg. Commencés en 1825, les travaux furent en 1828, achevés jusqu'au point de partage qui sépare les deux bassins du Danube et de la Moldau, à Kerschbaum, sur une longueur de 64k.48. Le 1er août 1832, la ligne entière fut amenée à Linz sur une longueur de 128k.86.

La première partie du chemin, celle qui gravit le versant de la Moldau, n'a pas de pentes supérieures au 1/120, et de courbes d'un rayon moindre que 190 mètres. Sur le versant du Danube, les pentes s'élèvent jusqu'au 1/46. Le plus petit rayon de courbe est de 40 mètres. Pour gagner le pont qui traverse le Danube, à Linz, et sur lequel le chemin est venu poser sa voie, il existe trois courbes d'un rayon de 17 mètres. A la sortie du pont, sur 56^{m}.90 règne une pente de 1/15, et enfin une rampe de 1/28, qui permet d'aborder le débarcadère du chemin de Linz à Gmunden.

La hauteur de Budweiss au-dessus de la mer étant de 381^{m}.22, celle du point de partage du chemin à Kerschbaum est de 709^{m}.33, celle de l'échelle placée au pont du Danube à Linz, est de 248^{m}.46.

Le 18 juin 1832, une société sous la raison sociale, Geymuller, Rothschild et Stametz, obtint pour un délai de cinquante ans, la concession du chemin de Linz à Gmunden. Les deux sociétés se fondirent en une seule qui possède et exploite les deux chemins.

Commencés en 1834, les travaux furent achevés en 1836, de Linz à Gmunden. Entre ces deux points, les pentes arrivent au 1/22 et le plus petit rayon de courbe est de 151^{m}.70.

	kilom.
La distance de Linz à Gmunden est de. . . .	67.94
Celle de Linz à Budweiss étant de.	128.86
La longueur totale du chemin est de. .	196.80

Détails de construction. — Le chemin est à une voie ; les gares d'évitement atteignent en développement le 1/7 de la longueur totale, ou 28^{k}.10.

Sur la partie de Linz à Budweiss, il y a une gare d'évitement tous les 2 845 mètres.

Les rails consistent en lames de fer forgé de 2^{m}.84 de longueur, larges de 0^{m}.059, et épaisses de 0^{m}.013, clouées

sur des longrines reliées par des traverses espacées de 1^{m}.90 d'axe en axe. Ces rails pèsent 7^{k}.97 par mètre courant. Dans Budweiss, Linz, Wels et Gmunden, les rails sont en fonte et placés sur des dés en pierre.

Il a fallu acquérir pour l'établissement du chemin 246^{h}.09 de terrain, ou par mètre courant 12$^{m.q.}$.50.

Il a fallu exécuter 2 183 117 mètres cubes de terrassement, ou par mètre courant 11$^{m.c.}$.08.

La dépense pour construction du chemin, et acquisition du matériel d'exploitation, consistant en

58 diligences de 1re et de 2e classe,
762 waggons à marchandises,

s'est élevée, pour le chemin de Budweiss à Linz, à.	fr. 4 301 237.20
Ou par kilomètre à 33 379$^{fr.}$.14.	
Pour le chemin de Linz à Gmunden à. .	1 689 480.00
Ou par kilomètre à 24 867$^{fr.}$.23.	
Dépense pour tout le chemin. . .	5 990 717.20

Ou par kilomètre moyen, 30 440$^{fr.}$.64.

Tarifs. — *Voyageurs.* — Chemin de Budweiss à Linz :

1re classe, 0$^{fr.}$.06 par kilomètre.
2e classe, 0$^{fr.}$.04 *id.*

Chaque voyageur a droit au transport de 11^{k}.20 de bagage.

Chemin de Linz à Gmunden :

1re classe, 0$^{fr.}$.05 par kilomètre.
2e classe, 0$^{fr.}$.034 *id.*

Chaque voyageur de 1re classe a droit au transport de 11^{k}.20 de bagage.

Chaque voyageur de 2e classe a droit au transport de 5^{k}.60 de bagage.

De Budweiss à Linz le voyage se fait en quatorze heures, ou avec la vitesse de 8^{k}.92 par heure.

De Linz à Budweiss le voyage se fait en douze heures ou avec la vitesse de $10^k.41$ par heure.

De Linz à Gmunden le voyage se fait en neuf heures et demie ou avec la vitesse de $7^k.15$ par heure.

De Gmunden à Linz le voyage se fait en six heures et demie ou avec la vitesse de $10^k.45$ par heure.

Marchandises. — Le tarif est pour les grains et la farine de $0^{fr.}.144$ par tonneau et par kilomètre; pour le vin de $0^{fr.}.019$ par hectolitre et par kilomètre; et pour les autres matières de $0^{fr.}.172$ par tonneau et par kilomètre.

DÉTAILS DE L'EXPLOITATION.

Frais de traction. — L'exploitation au moyen des chevaux est donnée à bail.

Il ne semble pas que la proportion dans laquelle les dépenses d'exploitation sont avec les recettes, doive s'abaisser, car ces dépenses atteignent en moyenne, pour les cinq années 1839, 1840, 1841, 1842 et 1843, 64.89 pour 100 des recettes, chiffre auquel arrivent, à peu de chose près, les dépenses de 1843. Une amélioration dans le produit net n'est donc possible que par l'augmentation de la fréquentation et du tonnage. Les frais de traction sont d'ailleurs restés, ainsi que les autres frais d'exploitation, en proportion à peu près constante avec les recettes, et par suite avec la fréquentation et le tonnage du chemin.

Le produit net du chemin est assez beau pour permettre en même temps qu'un prompt amortissement du capital social, la réalisation d'un intérêt assez fort. Le prolongement jusqu'à Budweiss, du chemin de Prague à Pilsen, amènera jusqu'à Linz les charbons de la Bohême, et contribuera puissamment à augmenter la prospérité de l'entreprise, en mettant les recettes de la partie la moins productive aujourd'hui du chemin, au niveau de celles réalisées sur la partie de Linz à Gmunden.

TABLEAU N° 1. — *Chemin de fer de Budweiss à Linz et de Linz à Gmunden.*
Dépenses d'établissement.

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.
	fr.	fr.
Chemin de fer de Budweiss à Linz, sur une longueur de 128k.86. Ou par kilomètre 33 379fr..14.	4 301 237.20	4 301 237.20
Chemin de Linz à Gmunden, sur une longueur de 67k.94. Ou par kilomètre 24 867fr..23.	1 689 480.00	1 689 480.00
Dépense totale.		5 990 717.20

Dans ce chiffre est comprise l'acquisition du matériel d'exploitation, consistant en 762 waggons à marchandises,
en 58 diligences de 1re et 2e classe.

Le prix du kilomètre moyen, est pour tout le chemin de 30 440fr..64.

TABLEAU N° 2. *Mouvement des marchandises et des voyageurs, etc.*

Chemin de Budweiss à Linz.

Voyageurs. — Chaque diligence contenant de 6 à 24 personnes, exige un cheval. Deux voitures accouplées, exigent deux chevaux.

De Budweiss à Linz, le voyage se fait en 14 heures, ou avec la vitesse moyenne de 8k.92 par heure.

De Linz à Budweiss, le voyage se fait en 12 heures, ou avec la vitesse moyenne de 10k.41 par heure.

Marchandises. — Entre Budweiss et Kerschbaum, et sur une longueur de 64k 48, un cheval traîne un chargement maximum de 5t.60.

Entre Kerschbaum et Linz, sur une longueur de 64k.38, un cheval traîne un poids maximum de 2t.04.

Les relais sont disposés de façon à ce que les convois partis de Budweiss et de Linz se rencontrent à Kerschbaum et y échangent leurs chevaux. Le transport d'un convoi est effectué en trois jours, ce qui donne un parcours de 42k.95 par jour. Les chevaux font moyennement 44k.84 par jour; ils prennent leur repas du milieu du jour, et couchent au relai auquel ils sont attachés.

Chemin de fer de Linz à Gmunden.

Voyageurs. — De Linz à Gmunden, le voyage se fait en neuf heures et demie, ou avec la vitesse moyenne de 7k.15 par heure.

De Gmunden à Linz, le voyage se fait en six heures et demie, ou avec la vitesse moyenne de 10k.45 par heure.

Marchandises. — Dans le sens de Linz à Gmunden, un cheval traîne une charge maxima de 2t.80.

Dans le sens de Gmunden à Linz, un cheval traîne une charge maxima de 6t.72.

Le trajet entre Linz et Gmunden est fait en un jour et demi, ou à raison de 45k.29 par jour.

TABLEAU N° 3. — *Tableau comparé de la fréquentation et du tonnage du chemin, des dépenses d'exploitation et des recettes, pendant les années* 1839, 1840, 1841 *et* 1842.

DÉSIGNATION des CHEMINS.	VOYAGEURS.		SEL.		MARCHANDISES.		ENTRETIEN.	DÉPENSES diverses.	DÉPENSE totale par année.	RECETTE totale.	PRODUIT net.
	Nombre.	Frais de traction.	Tonnage.	Frais de traction.	Tonnage.	Frais de traction.					
Chemin de Budweiss à Linz.		fr.	tonn.	fr.	tonn.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Année 1839.	10 479	16 002.82	19 776.34	150 144.28	9 595.71	114 513.88	110 735.56	29 590.60	421 587.14	660 193.76	238 611.62
Id. 1840.	10 784	19 244.16	17 166.35	139 387.56	17 833.65	120 045.64	110 579.04	30 114.76	419 371.16	641 111.12	221 739.96
Id. 1841.	12 613	21 231.60	18 470.31	150 078.76	14 494 20	100 897.16	124 954.96	31 033.60	428 196.08	633 414.60	205 218.52
Chemin de Linz à Gmunden.											
Année 1839.	103 713	48 157.20	32 871.78	134 391.00	5 404.22	200 02.84	74 666.28	29 759.86	306 980.18	463 101.60	156 121.42
Id. 1840.	113 692	54 736.24	32 156.54	141 123.06	8 891.46	25 445.42	82 116.58	30 114.50	333 535.80	505 142.82	171 607.02
Id. 1841.	109 660	55 171.74	33 907.55	152 923.16	10 584.06	25 421.76	86 481.98	31 033.60	351 032.24	512 899.14	161 866.90
Les deux chemins réunis pour l'année 1842. . .	135 430	»	»	»	»	»	»	»	706 201.86	1 145 242.80	439 040.94

Nota. — En 1842, le chemin de Budweiss à Linz a transporté : 14 275 voyageurs, 16 465t.34 de sel, et 14 609t.67 de marchandises.
— le chemin de Linz à Gmunden a transporté : 121 155 — 31 458t.45 — 8 704t.81 —

TABLEAU N° 4.

Tableau détaillé de la fréquentation, du tonnage et des recettes pendant l'année 1843.

DÉSIGNATION.	VOYAGEURS.			POIDS EN TONNEAUX, ou valeur en stères.			RECETTES.		
	Chemin de Budweiss à Linz.	De Linz à Gmunden.	Total.	Chemin de Budweiss à Linz.	De Linz à Gmunden.	Total.	Chemin de Budweiss à Linz.	De Linz à Gmunden.	Total.
				tonn.	tonn.	tonn.	fr.	fr.	fr.
Voyageurs.	14 773	132 118	146 891	»	»	»	48 363.12	149 424.34	197 787.46
Sel brut pour la marine.	»	»	»	19 241.21	34 096.75	53 337.96	448 994.00	382 551.52	831 545.52
Sel de fabrique.	»	»	»	310.52	514.12	824.64	7 048.60	5 936.84	12 985.44
Marchandises diverses.	»	»	»	16 883.38	10 933.08	27 816 46	311 012.52	70 035.16	381 047.68
Houille, anthracite et tourbe.	»	»	»	1 444.51	1 465.84	2 910.35	11 702.08	7 939.88	19 641.96
Bois de construction.	»	»	»	1 429.27 stères.	»	1 429.27 stères.	9 698 52	»	9 698.52
Bois de chauffage.	»	»	»	stères. 13 992.08	stères. 7 351.43	stères. 21 343.51	8 415.16	2 241.20	10 656.36
Produits divers pour locations et vente de matériaux de rebut, etc.	»	»	»	»	»	»	19 854.25	14 043.38	33 897.63
Totaux.	14 773	132 118	146 891	»	»	»	865 088.25	632 172 32	1 497 260.57

Tableau N° 5. — *Tableau des dépenses pendant l'année 1843.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES. Chemin de Budweiss à Linz.	Chemin de Linz à Gmunden.	Total.	
Frais de traction payés à l'entrepreneur des transports, etc.	fr.	fr.	fr.	fr.
Voyageurs	22 408.36	55 152.24	77 560 60	
Sel brut	176 440.94	122 825.30	299 266.24	
Sel de fabrique	2 955.68	2 200.64	5 156.32	
Marchandises diverses	123 914.18	20 140.64	144 054.82	
Houille, anthracite et tourbe	5 665.66	2 835.30	8 500.96	
Bois de construction	1 454.96	»	1 454.96	
Frais de charge et décharge	29 713.32	45 968.78	75 682.10	611 676.00
Entretien du matériel d'exploitation.				
Entretien des diligences	»	»	7 479.16	
Idem des waggons	»	»	54 132.00	
Graissage des diligences et waggons	»	»	3 736.98	64 348.14
Entretien du chemin.				
Garde-voies, employés aux stations, etc.	»	»	59 800.00	
Enlèvement des neiges et autres dépenses en main-d'œuvre	»	»	29 633.24	
Entretien des ouvrages d'art	»	»	6 197.36	
Plantation des remblais	»	»	105.82	
Remplacement des bois	»	»	47 385.78	
Idem des fers	»	»	32 050.46	
Entretien des bâtiments	»	»	7 798.28	182 970.94
Frais généraux.				
Personnel des gares, stations, bureaux, etc.	»	»	60 368.36	
Éclairage des stations et frais divers	»	»	2 285.66	
Droits divers et impositions	»	»	13 819.00	
Frais de timbre, etc.	»	»	5 756.40	
Frais d'impression, insertions d'avis, ports de lettres, fournitures de bureau, etc.	»	»	20 183.02	102 412.44
Dépense totale				961 407.52

	fr.
Il a été perçu une somme totale de	1 497 260.57
Déduisant les dépenses	961 407.52
Reste pour produit net	535 853.05

TABLEAU N° 6. — *Résultats comparés de l'exploitation pendant les années* 1839, 40, 41, 42 *et* 43.

	1839	1840	1841	1842	1843	
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Recettes brutes	1 123 300.36	1 146 253.94	1 146 313.74	1 145 242.80	1 497 260.57	
Dépenses	728 567.32	752 906.96	779 228.32	706 201.86	961 407.52	
Rapport des dépenses aux recettes brutes	64.86 p. 100	65.70 p. 100	68.06 p. 100	61.66 p. 100	64.21 p. 100	
Produit net	394 733.04	393 347.98	367 085.42	439 040.94	535 853.05	
Rapport du produit net au capital d'établissement	6.59 p. 100	6.56 p. 100	6.13 p. 100	7.33 p. 100	8.95 p. 100	
Rapport du produit des voyageurs à la recette brute	»	»	»	»	13.21 p. 100	
Idem des marchandises	»	»	»	»	84.52 p. 100	
Idem des produits divers	»	»	»	»	2.27 p. 100	
Frais de traction pour voyageurs	64 760.02	73 980.40	76 403.34	»	77 560.60	
Idem pour marchandises	419 055.00	426 001.68	429 320.84	»	534 115.40	
Frais totaux de traction	483 815.02	499 982.08	505 724.18	»	611 676.00	
Rapport de ces frais totaux de traction à la dépense d'exploitation	66.40 p. 100	66.40 p. 100	64.90 p. 100	»	63.62 p. 100	
Frais d'entretien du matériel d'exploitation } *Idem* du chemin }	185 401.84	192 695.62	211 436.94	»	64 348.14 / 182 970.94	247 319.08
Frais généraux	59 350.46	60 229.26	62 067.20	»	102 412.44	
Frais d'entretien rapportés au kilomètre de chemin exécuté	942.08	979.14	1 074.35	»	1 256.70	
Frais généraux *idem*	301.57	306.03	366.19	»	520.38	
Nombre de voyageurs	voyageurs. 114 192	voyageurs. 124 456	voyageurs. 122 273	voyageurs. 135 130	voyageurs. 146.898	

2° *Chemin de fer de Prague à Pilsen et de Pilsen à Budweiss.*

HISTORIQUE SOMMAIRE.

En 1826, une société d'actionnaires obtint la concession, avec jouissance d'une durée de cinquante ans, du chemin de fer de Prague à Pilsen. Les travaux ont été commencés en 1828 et terminés en 1830, jusqu'à Lahna, sur une longueur de $56^{k}.90$, tandis que la longueur totale était de $159^{k}.25$.

La société a liquidé ses affaires en 1834, et vendu le chemin au prince de Fürstenberg, qui l'exploite pour son compte, et n'a pas, jusqu'à ce jour, repris les travaux sur Pilsen.

Les $56^{k}.90$ aujourd'hui exécutés, ont coûté 876 000 fr., ou par kilomètre, $15\,399^{fr}.12$. Le chemin a des pentes de 1/48, et des courbes d'un très-faible rayon; il est à une voie, avec gares d'évitement sur cinq points; l'écartement des rails est de $1^{m}.106$; les rails en fonte pèsent 12 kilogrammes par mètre courant.

L'exploitation a démontré que les rails en fonte, étaient d'un excellent usage, et se prêtaient surtout très-bien, par l'exactitude avec laquelle on peut les obtenir d'une courbure déterminée, à la construction des courbes d'un faible rayon.

Le matériel d'exploitation consiste en 200 waggons à marchandises, et en 48 chevaux, qui ont coûté ensemble 78 000 fr.

Le chemin ne sert qu'au transport des marchandises, ou plutôt de matières premières, dans le sens de Lahna à Prague. En 1842, il a été transporté 21 280 tonneaux, consistant principalement en bois, et pour le surplus, en charbon de bois, houille et quelque peu de grains. On avait lors de la création de la société, compté sur un tonnage annuel de 56 000 tonneaux.

Le tarif est de 0fr.0915 par tonneau et par kilomètre. Si le tonnage avait atteint pour tout le parcours, la moitié des prévisions premières, c'est-à-dire 28 000 tonneaux, le produit brut serait 145 777fr.80; en admettant que comme sur le chemin de Budweiss à Linz et à Gmunden, les dépenses d'exploitation soient environ les 65/100 des recettes, on aurait pour produit net, 51 022fr.23, qui représenterait l'intérêt à 5.34 pour 100, du capital émis :

1° Pour construction, et s'élevant à. . . .	876 000 fr.
2° Pour acquisition du matériel d'exploitation et s'élevant à.	78 000
Total.	954 000 fr.

Dans le courant de l'année 1842, M. le comte de Wurmbrand, propriétaire de mines considérables de houille dans la seigneurie de Liblin, obtint la concession d'un chemin de fer à ouvrir entre Pilsen et Budweiss, et l'autorisation de se substituer pour l'achèvement du chemin de Pilsen à Prague, à la compagnie qui avait arrêté ses travaux à Lahna.

Le chemin de Pilsen à Budweiss est destiné à transporter à Linz les houilles de Bohême qui doivent remplacer, sur tout le cours du Danube, et principalement à Vienne, le bois, dont le prix subit chaque année une hausse considérable. Le concessionnaire a livré à la société d'actionnaires qu'il a formée, non-seulement la concession et les travaux préliminaires qui lui ont servi de base, mais encore la propriété des mines de houille qu'il possédait dans les seigneuries de Liblin, Radnic et Purglic. Il en résulte : 1° que la société, propriétaire de la majeure partie des matières qu'elle aura à transporter, pourra régler ses transports suivant les commandes, et les circonstances les plus économiques de l'exploitation; 2° qu'à l'expiration de sa concession, la société restera en possession de mines d'une valeur considérable, dont le

revenu s'accroîtra dans une proportion qu'il n'est donné à personne de prévoir.

La ligne part de Wranow à $17^{k}.30$ de Pilsen, passe à Pilsen et atteint Budweiss, avec un parcours total de $175^{k}.91$.

Destiné à être exploité au moyen de chevaux et principalement pour le transport des marchandises, le chemin est estimé, pour exécution et acquisition du matériel d'exploitation, 6 947 447 fr., ou par kilomètre $39\,494^{fr}.15$.

La valeur des mines cédées à la société, et les travaux qui doivent précéder l'exploitation, sont en outre estimés 754 000 fr.

Le chemin aura des pentes de 1/60 et des courbes d'un rayon de 133 mètres.

Les rails seront comme sur le chemin de Prague à Lahna, en fonte.

Le tarif est pour les marchandises de $0^{fr}.104$ par tonneau et par kilomètre.

La société espère pouvoir livrer à Vienne, au prix de $37^{fr}.15$ le tonneau, la houille qui s'y vend aujourd'hui $51^{fr}.07$.

A pied-d'œuvre, la houille coûte $2^{fr}.32$ le tonneau; on estime que le transport coûtera, pour $175^{k}.91$ et pour un tonneau, $18^{fr}.57$.

Les travaux du chemin doivent être commencés depuis les premiers jours de 1844.

3° *Chemin de fer de Vienne à Glognitz.*

HISTORIQUE SOMMAIRE.

Établissement du chemin. — En 1836, M. le baron de Sina, fit les premières démarches pour obtenir la concession d'un chemin, qui sous le nom de chemin de fer de Vienne à Raab, devait se composer de deux parties bien distinctes; la première allait directement de Vienne à Raab, avec

deux embranchements sur Presbourg et Gonio; la seconde, dans le prolongement du chemin du Nord, allait de Vienne à Neustadt, d'où devaient partir deux embranchements, le premier sur Glognitz et Schottwien, le second sur Œdenbourg, et de là jusqu'à Raab, en fermant ainsi le triangle dont Vienne, Neustadt et Raab, eussent été les sommets. Le chemin tendait à relier Vienne, d'un côté avec Pesth et la mer Noire, de l'autre côté avec Trieste et l'Adriatique; le baron de Sina offrait d'achever la communication, d'une part jusqu'à Pesth, et de l'autre jusqu'à Trieste. Le commerce de Trieste réclama contre ce projet, et demanda une ligne directe de Trieste à Vienne, passant par la Styrie; après une conférence tenue le 27 juin 1837, entre le baron de Sina et les délégués du commerce de Trieste, parut enfin, le 2 janvier 1838, l'ordonnance de concession demandée, sous la réserve du droit laissé au gouvernement, de concéder ou d'exécuter par lui-même, la ligne directe de Vienne à Trieste par la Styrie. La société fut organisée au capital social de 32 500 000$^{fr.}$ 00, et le 1er mars 1839 parut l'ordonnance définitive qui constituait la société et lui concédait les travaux. Les travaux furent immédiatement commencés dans la direction de Neustadt et dans celle de Presbourg, et dans le courant de l'année 1841, le chemin fut livré à la circulation de Vienne à Neunkirchen; le 5 mai 1842, eut lieu l'ouverture jusqu'à Glognitz, sur 75^{k}.33.

Dans la direction sur Presbourg, les travaux avaient marché avec activité, lorsque dans le cours de 1841, la compagnie se vit menacée par la compagnie du chemin du Nord, de la création d'un chemin de Vienne à Presbourg, par la rive gauche du Danube, et de son prolongement jusqu'à Pesth. Ayant à lutter contre la navigation à vapeur du Danube, effrayée par l'exemple de la rivalité désastreuse des deux chemins de Paris à Versailles, la compagnie résolut d'interrompre ses travaux dans la direction

de Presbourg. Comme d'ailleurs l'épuisement prochain du capital social ne permettait pas de songer à exécuter, à moins d'un emprunt, le chemin direct sur Raab, la société demanda à l'empereur de garantir l'intérêt des fonds qu'elle se procurerait. Un rescrit impérial du 17 juin 1842 rejeta la demande de garantie, et tout en confirmant l'autorisation de continuer les travaux sur Raab et Presbourg, exigea : 1° la justification des dépenses déjà faites entre Vienne et Glognitz ; 2° la production du chiffre de la dépense réelle nécessaire à l'achèvement entre Vienne et Raab. La production de ces deux renseignements établit l'insuffisance du capital social. Immédiatement la compagnie demanda : 1° à ce que les concessionnaires qui pourraient se présenter pour l'exécution du chemin de Vienne à Presbourg et Pesth fussent tenus de l'indemniser des déboursés qu'elle avait faits, en vertu de sa concession ; 2° à ce que les actionnaires ne fussent pas tenus d'opérer les derniers versements du capital social. Un rescrit administratif du 17 décembre 1842 déchargea la société de l'obligation de construire les chemins de Vienne à Presbourg et de Vienne à Raab, dispensa les actionnaires d'opérer les derniers versements, et décida que la société du chemin de Vienne à Raab prendrait le titre de compagnie du chemin de fer de Vienne à Glognitz.

Par suite, les travaux sur Presbourg ont été définitivement abandonnés, et la société s'est renfermée dans les limites de son dernier titre.

Désireuse de former d'habiles ouvriers pour la réparation de son matériel, et même pour l'exécution des locomotives dont elle pourrait avoir besoin, la société a créé à Vienne un vaste atelier qui lui a déjà fourni de bonnes locomotives, et promet de faire une sérieuse concurrence aux fabriques anglaises.

La jonction du chemin du Nord avec le chemin de Glognitz à travers la ville de Vienne, reste à opérer.

DÉTAILS SUR L'EXÉCUTION ET L'EXPLOITATION DU CHEMIN.

Longueur, stations. — De Vienne à Glognitz, le chemin a une longueur de 75k.33, et 23 stations intermédiaires; ce qui donne, pour distance moyenne des stations, 3k.13. Voici la distance de Vienne aux principales d'entre elles :

		kilom.
De Vienne à	Mödling.	16.67
Id.	Baden.	25.92
Id.	Neustadt.	46.29
Id.	Neunkirchen.	61.11
Id.	Glognitz.	75.33

Acquisitions de terrains. — Les acquisitions ont été partout faites pour l'établissement d'un chemin à deux voies; elles comprennent 480h.08 de terres, vignes, prés, etc., au prix de 1 426 996fr.70, ou de 2 972fr.50 par hectare, et 0h.908 de terrain bâti, au prix de 102 986 fr. ou de 113 420fr.70 par hectare. Il a fallu par kilomètre moyen, une contenance de 6h.39.

Terrassements. — Les terrassements ont été partout préparés pour la pose de deux voies. Pour le corps même du chemin, il a été exécuté 4 203 011m.c.51 de terrassements, qui ont coûté :

	fr.
1° Pour extraction, charge, transport, etc.	3 355 716.62
2° Pour acquisition, entretien et graissage des waggons.	276 023.28
Total.	3 631 739.90

ou par mètre cube, 0fr.86; les transports ont eu lieu jusqu'à la distance de 2 850 mètres.

Le mètre courant de chemin a coûté pour terrassements, 48fr.19.

Par kilomètre moyen, on a eu 55 795 mètres de terrassements.

Le transport des terrassements a été opéré au moyen des rails qui ont depuis servi à l'exploitation. (*Voir*, pour le profil en travers du chemin, la Pl. 80, *fig.* 4.)

Pentes, courbes, etc. — Le nivellement ci-joint, Pl. 80, *fig.* 3, donne l'indication détaillée des pentes, rampes, rayons de courbe, etc. Sur une longueur 18^{k}.39, qui représente 24.41 pour 100 du parcours total, le chemin s'élève avec une pente qui varie de 1/130 à 1/166 (0^{m}.00769 à 0^{m}.006 par mètre). Il faut remarquer : 1° qu'en avant des 13.90 premiers kilomètres, qui ont ces fortes pentes, se trouve une contre-pente au 1/319 sur 5^{k}.32.

2° Que les 4^{k}.49, qui ont les pentes de 1/151 et de 1/130, aux abords de la station de Glognitz, sont précédés sur une longueur de 22 kilomètres par des pentes dans le même sens.

Le chemin a 13 courbes d'une longueur ensemble de 18^{k}.33, et 14 alignements droits d'une longueur totale de 57 kilomètres. Le plus petit rayon de courbe est 1 612^{m}.11.

Ponts, viaducs, tunnel. — 455 ponts, aqueducs, viaducs, etc., la plupart en maçonnerie, ont été exécutés sur le chemin, et ont coûté 2 128 297$^{fr.}$.08. Parmi ces ouvrages, les plus remarquables sont le viaduc de Baden, de 30 arches, un pont en bois dans le système américain, d'une portée de 37^{m}.93, et le passage du cours d'eau qui alimente le moulin de Perchtoldsdorf (qui a lieu au moyen d'un siphon en fonte), à 1^{m}.26 en contre-bas du niveau de l'eau.

Le tunnel du Katzbüchel, près Gumpoldskirchen, a une longueur de 165 mètres; sa largeur est de 8^{m}.85, et sa hauteur sous clef de 7^{m}.59; la voûte est ovoïde; le tunnel est en entier revêtu en maçonnerie, et a coûté 255 723$^{fr.}$.78, ou, par mètre courant, 1 549$^{fr.}$.80.

Ballast, voie en fer. — Le ballast est composé d'une couche de gravier de 0^{m}.632 d'épaisseur, recouvrant toute la largeur du chemin.

Le chemin, à double voie jusqu'à Neustadt, sur 46^{k}.29, et à simple voie jusqu'à Glognitz, a, pour le chemin même, une longueur de voie de 121^{k}.62, et pour les croi-

sements de voies, voies supplémentaires aux gares, etc., $22^k.29$, ou en tout, $143^k.91$ de voie.

Les rails employés entre Vienne et Neustadt sont du modèle dit *vignoles*, et ont la forme d'un T, *fig.* 5. Chaque rail a une longueur de $5^m.06$, et pèse $131^k.60$, ou, par mètre courant, 26 kilogrammes.

Les rails sont posés à plat, sur des longrines en chêne de 4 à 5 mètres de longueur, de $0^m.24$ de largeur, et de $0^m.107$ d'épaisseur; les extrémités des rails sont prises dans des coussinets, et maintenues par la tête des vis qui fixent les coussinets aux longrines. Entre leurs extrémités, les rails sont fixés par des broches, au nombre de dix, dont les têtes viennent s'appuyer sur la partie horizontale du rail; ces broches ont $0^m.12$ de longueur; chaque coussinet en fonte pèse $5^k.60$. Entre les coussinets et les rails est placé un double feutre; entre les rails et les longrines, un feutre simple, de $0^m.006$ d'épaisseur et de $0^m.10$ de largeur, est appliqué sur les longrines au moyen d'une composition de parties égales de goudron et de colophane délayées dans de la térébenthine; les longrines sont reliées par des traverses en chêne espacées de $1^m.26$ d'axe en axe; ces traverses ont $2^m.53$ de longueur, $0^m.32$ de largeur, et $0^m.10$ d'épaisseur; les longrines extérieures sont encastrées dans les traverses de $0^m.027$, et les longrines intérieures de $0^m.013$, de façon à donner aux rails correspondants une inclinaison de dehors en dedans. Les longrines et les traverses sont réunies par des vis à bois.

Entre Neustadt et Glognitz, les rails sont des bandes de fer plat, ajustées sur un système en bois semblable à celui qui vient d'être décrit; comme la charge est absolument la même que pour l'autre partie, on a renforcé les longrines, qui ont $0^m.216$ d'épaisseur, $0^m.16$ de largeur, et 4 à 5 mètres de longueur. Elles sont en mélèze, ainsi que les traverses. Des vis à tête conique, de $0^m.15$ de longueur, attachent les rails aux longrines.

Les rails, en grande partie de fabrication allemande, ont coûté, pour une longueur totale de 143^{k}.91 de voie simple, 4 140 471^{fr}.14 :

	fr.
Ou par mètre courant.	28.00
Les bois ont coûté 1 558 451^{fr}.18, ou par mètre courant. .	10.79
Les coussinets, broches, etc., ont coûté 383 950^{fr}.97, ou par mètre courant.	2.67
Les aiguilles et leurs mécanismes, les changements de voie, etc., ont coûté 462 087^{fr}.86, ou par mètre courant. .	3.21
La pose et l'ajustement ont coûté 386 765^{fr}.34, ou par mètre courant.	2.68
Prix du mètre courant de voie simple en place. . . .	47.35

Matériel d'exploitation. — 30 locomotives exploitent le chemin ; 10 ont été livrées par Sharp et Roberts, de Manchester ; 6 par Robert Stephenson, de Newcastle ; 3 par Norris, de Philadelphie ; et 11 ont été exécutées dans les ateliers mêmes du chemin. Ces locomotives pèsent de 11^{t}.20 à 12^{t}.88 ; le diamètre des cylindres varie de 9 à 14 pouces anglais (0^{m}.229 à 0^{m}.356).

115 diligences ; les voitures-salons sont à 6 roues et à 36 places ; toutes les autres à 8 roues ; celles de 1re classe ont 58 places ; celles de 2e classe, 64 places ; et celles de 3e classe, 72 places ; les diligences de 3e classe sont fermées par des rideaux en cuir. Les roues sont réunies quatre à quatre par un train assez mobile autour d'un axe qui fait partie du système de la voiture, pour se prêter facilement au passage des courbes.

153 waggons pour le transport des marchandises. Ces waggons, à 8 roues, sont disposés comme les diligences, de façon à se prêter facilement au passage des courbes.

Les 30 locomotives et leurs tenders ont coûté 1 746 751^{fr}.70, ou, pour une locomotive et son tender, 58 022^{fr}.88.

Dépense totale d'établissement du chemin. — Il résulte du tableau n° 1 (page 297) que le chemin a coûté 24 621 383^{fr}.20, ou par kilomètre, 326 890^{fr}.38.

Tarifs. — *Voyageurs.* — Les tarifs primitifs étaient les suivants :

	fr.	
Salons.	0.1254	par kilomètre.
1re classe.	0.1035	*id.*
2e classe.	0.0777	*id.*
3e classe.	0.0518	*id.*

Pour 1844, les prix ont été modifiés de la manière suivante :

	fr.	
Salons.	0.1254	par kilomètre.
1re classe.	0.1149	*id.*
2e classe.	0.0863	*id.*
3e classe.	0.0576	*id.*

Chaque voyageur a droit au transport gratuit de 28 kilogrammes de bagage.

Marchandises. — Le tarif est pour les marchandises :

	fr.
De 1re classe, par tonneau et par kilomètre de	0.1129
De 2e classe, *id.*	0.1232

On range dans la première classe les objets de consommation, les grains, la farine, les bois, les charbons, les houilles, le fer, les métaux, le plâtre, les pierres, etc.

Dans la seconde classe, les matières coloniales, les produits manufacturés, le coton, la laine, le chanvre, le lin, la porcelaine, le vin, l'huile, les eaux minérales.

Dans les prix ci-dessus sont compris les frais de charge et de décharge.

Voitures, chevaux, etc. — Suivant leur poids, les voitures payent de $0^{fr}.35$ à $0^{fr}.70$ par kilomètre.

Pour 1 ou 2 chevaux, on paye $0^{fr}.35$ par kilomètre.

Pour 3 ou 4 chevaux, on paye $0^{fr}.70$ par kilomètre.

Pour 1 chien, on paye $0^{fr}.007$ par kilomètre.

Vitesse moyenne. — Le trajet de Vienne à Glognitz est fait en $2^h.45'$; la vitesse est par suite, y compris les temps d'arrêt très-nombreux, de $27^k.39$ à l'heure.

Exploitation du chemin. — De l'ouverture du chemin, le 16 *mai* 1841, *jusqu'au* 30 *juin* 1842. — *Combustible*,

frais de traction, etc. — Les locomotives munies de l'appareil Klein, ont été dès l'abord chauffées au bois. Il résulte du tableau n° 2, que 26 locomotives ont parcouru sur le chemin, en treize mois et demi, une distance totale de 450 560^{k}.40. Les frais de traction, par kilomètre moyen, sont les suivants :

	fr.
Combustible.	0.575
Entretien des locomotives.	0.163
Chauffeurs et machinistes.	0.136
Entretien des waggons.	0.109
Graissage des locomotives et waggons.	0.081
Total.	1.064

Les autres frais rapportés au kilomètre moyen parcouru sont :

	fr.	
1° Frais d'entretien du chemin et de ses dépendances.	0.246	
2° Frais généraux.	0.862	
	1.108	1.108
Dépense totale par kilomètre moyen parcouru.		2.172

Le tableau n° 11 (page 305) donne le rapport des frais de traction, et de combustible, au prix de revient du kilomètre moyen parcouru.

Voyageurs. — 1 306 951 voyageurs ont parcouru sur le chemin, une distance moyenne de 20^{k}.01, ou 26.57 pour 100 de la longueur du chemin ; ils ont produit une recette de 1 656 049$^{fr.}$.20, ou par voyageur, 1$^{fr.}$.27 ; le mois qui a fourni le plus de voyageurs, est le mois d'août 1841, qui a compté 197 061 voyageurs ; celui qui en a fourni le moins, est le mois de février 1842, qui n'en a donné que 28 666. Il y a eu 7 619 convois de voyageurs qui ont conduit en moyenne, 172 voyageurs. *Voir* le tableau n° 2 (page 299).

Marchandises. — Le tonnage de la première année d'exploitation a été très-faible, et ne comporte que 16 293^{t}.81, qui, avec divers transports accessoires, ont produit une recette de 130 467$^{fr.}$.22, ou par tonneau 7$^{fr.}$.27. *Voir* le tableau n° 3.

Recettes, dépenses, etc. :

	fr.
Le produit des voyageurs a été de.	1 656 049.20
Id. des marchandises a été de.	130 467.22
Id. de diverses locations a été de. . . .	62 771.54
Produit total.	1 849 287.96
Les dépenses se sont élevées à.	979 758.86
Ou à 52.98 pour 100 des recettes.	
Produit net.	869 529.10

Qui représente l'intérêt à 3.14 pour 100 du capital de construction.

Le produit des voyageurs figure dans la recette brute pour	85.54	p. 100
Id. des marchandises.	7.05	*id.*
Id. des locations diverses.	3.41	*id.*

Voir les tableaux nos 4 et 11 (pages 300 et 305).

Du 1er juillet au 31 décembre 1842.—Combustible, frais de traction, etc. — Dans cette période de six mois, 29 locomotives ont parcouru sur le chemin, 293 546k.82, ou par locomotive, 10 122k.30; les frais de traction par kilomètre moyen parcouru, sont les suivants :

	fr.	fr.
Combustible.	0.650	
Entretien des locomotives et tenders.	0.209	
Chauffeurs et machinistes.	0.089	
Entretien des waggons.	0.082	
Graissage des locomotives et waggons.	0.088	
	1.118	1.118
Les autres frais rapportés au kilomètre moyen parcouru sont :	fr.	
1° Frais d'entretien du chemin et des dépendances.	0.182	0.851
2° Frais généraux.	0.669	
Dépense totale par kilomètre moyen parcouru.		1.969

Voir pour les détails les tableaux nos 7 et 11.

Voyageurs. — 676 432 voyageurs ont parcouru sur le chemin, une distance moyenne de 22k.24 ou 29.52 pour 100 de la longueur du chemin, et produit une recette de 926 315fr.78, ou par voyageur de 1fr.37; il y a eu 3 825 convois, ou par convoi 177 voyageurs. Le mois qui a le plus fourni de voyageurs, est août, qui en a compté 202 253,

et celui qui en a le moins fourni, est décembre qui n'en a donné que 36 537. *Voir*, pour les détails, le tableau n° 5 (page 301).

Marchandises. — Le tonnage des marchandises a subi une augmentation notable; comparé à celui des treize premiers mois et demi d'exploitation, il est avec lui comme 1.30 est à 1; la proportion serait bien plus forte, si on rapportait les deux tonnages au temps pendant lequel ils ont eu lieu; 21 323^{t}.77 et divers transports accessoires, ont produit une recette de 183 122^{fr}.94, ou par tonneau, de 7^{fr}.38. *Voir* le tableau n° 6 (page 301).

Recettes, dépenses, etc.:

	fr.
Le produit des voyageurs a été de.	926 315.78
Id. des marchandises de.	183 122.94
Id. de diverses locations de.	33 756.06
Produit total.	1 143 194.78
Les dépenses se sont élevées à.	578 109.86
Produit net.	565 084.92

Qui représente l'intérêt à 4.59 pour 100 du capital de construction:

Le produit des voyageurs figure dans la recette brute pour	81.02	p. 100
Id. des marchandises pour.	16.02	*id.*
Id. des locations diverses pour.	2.96	*id.*

Voir les tableaux n°s 7 et 11 (pages 302 et 305).

Du 1er janvier au 31 décembre 1843. — Combustible, frais de traction, etc. — 30 locomotives ont parcouru sur le chemin 533 254^{k}.37, ou par locomotive 17 775^{k}.50. Les frais de traction par kilomètre moyen parcouru sont les suivants:

	fr.
Combustible.	0.632
Entretien des locomotives et tenders.	0.218
Chauffeurs et machinistes.	0.107
Entretien des waggons.	0.126
Graissage des locomotives et waggons.	0.057
	1.140 fr.

A reporter. 1.140

		fr.
Report.		1.140
Les autres frais rapportés au kilomètre moyen parcouru sont :	fr.	
1° Frais d'entretien du chemin et de ses dépendances.	0 198	
2° Frais généraux.	0.669	
	0.867	0.867
Dépense totale par kilomètre moyen parcouru. . . .		2.007

Voir le tableau n° 11 (page 305).

Voyageurs. — 1 179 245 voyageurs ont parcouru sur le chemin, une distance moyenne de 22^{k}.02, ou 29.23 pour 100 de la longueur du chemin, et ont produit une recette de 1 614 206$^{fr.}$.88, ou par voyageur, 1$^{fr.}$.37; le mois qui a fourni le plus de voyageurs est août qui en a donné 218 992; celui qui en a fourni le moins est janvier, qui en a donné 33 553; 6 428 convois, ou par convoi 183 voyageurs. *Voir* le tableau n° 8 (page 303).

Marchandises. — Le tonnage a atteint le chiffre de 67 436^{t}.35, qui avec divers transports accessoires ont produit 488 912$^{fr.}$.32, ou par tonneau 6$^{fr.}$.82. *Voir* le tableau n° 9 (page 303).

Recettes, dépenses, etc. :

	fr.
Le produit des voyageurs a été de.	1 614 206.88
Id. des marchandises de.	488 912.32
Id. des locations diverses de.	120 827.72
Produit total.	2 223 946.92
Les dépenses se sont élevées à.	1 070 736.47
Ou à 48.15 pour 100 des recettes.	
Produit net.	1 153 210.45

Qui représente l'intérêt à 4.68 pour 100 du capital de construction.

Le produit des voyageurs figure dans la recette brute pour	72.58 p. 100
Id. des marchandises.	21 98 *id.*
Id. des locations diverses.	5.44 *id.*

Voir les tableaux n°s 10 et 11 (pages 304 et 305).

RÉSUMÉ ET OBSERVATIONS.

Les frais d'exploitation ont subi du 16 mai 1841 au 31 décembre 1843, c'est-à-dire pendant une période de trente et un mois et demi, une notable réduction. Il y a lieu de croire, qu'à moins de circonstances extraordinaires, le tonnage continuant sa marche progressive, et les frais fixes restant sensiblement les mêmes, ces dépenses subiront encore une réduction assez considérable. Il ne faut cependant pas croire que cette réduction soit dans une proportion exacte avec le surcroît de tonnage, parce que si d'une part, un accroissement de transport doit finir par influer sur les frais fixes, d'autre part, les frais de traction eux-mêmes se ressentent de la présence d'une grande quantité de marchandises; c'est à cette cause qu'est due l'augmentation (*voir* le tableau n° 11), assez prononcée des frais de combustible, et du combustible même consommé, par kilomètre parcouru.

Le double fait le plus remarquable qui ressorte de la comparaison des trente et un mois et demi d'exploitation, est d'une part la stagnation de la fréquentation, et d'autre part l'augmentation du tonnage, et par suite la proportion pour laquelle il entre dans les produits. Un chiffre intéressant à connaître eût été la part exacte pour laquelle les marchandises entrent dans les frais de traction; cet élément a manqué aux renseignements qui ont été communiqués, et à ceux qui ont été publiés. Par suite le prix moyen des frais de traction par kilomètre parcouru, est lui-même une moyenne relative aux convois de voyageurs et à ceux de marchandises.

En somme, la situation de la société, grâce à l'accroissement du transport des marchandises, tend à s'améliorer, et on peut prévoir que le produit net dépassera promptement 5 pour 100 du capital de construction.

CHEMIN DE FER DE VIENNE A GLOGNITZ.

TABLEAU N° 1. — *Dépenses de construction et de mise en exploitation.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.
Acquisition des terrains et indemnités.	fr.	fr.
Acquisition de terrains et de bâtiments, d'une contenance totale de 480h.08 en terres, jardins, vignes, bois, et de 0h.908 en terrain bâti (terres, 1 426 996fr..70, ou 2 972fr.50 par hectare; terrain bâti, 102 986 fr., ou 113 420fr..70 par hectare). . .	1 529 982.70	
Frais d'arpentage, et autres.	75 215.14	
Indemnités de dommages pour récoltes, arbres à fruit, chemins provisoires, carrières et emprunts.	42 582.54	
Frais de justice, de timbre, taxes, etc.	33 304.70	
Terrassements du corps du chemin.	3 355 716.62	
Terrassements, empierrement et pavé des passages à niveau, chemins, abords des stations, etc. . . .	219 938.42	5 256 740.02
Ouvrages d'art.		
455 ponts, aqueducs, viaducs et passages à niveau.	2 128 297.08	
Un souterrain de 165m.004 (1 549fr..80 par mét. cour.).	255 723.78	
Murs de soutenement.	329 701.06	
Ballast.	489 692.58	3 203 414.50
Voie.		
Bois de toute nature pour pose de la voie.	1 558 451.18	
Vis, clous à tête, pointes et coins.	300 744.60	
Coussinets.	83 206.37	
Rails.	4 140 471.14	
Pose et ajustement de la voie.	386 765.34	
Croisements de voie, aiguilles et leur mécanisme. .	462 087.86	6 931 726.49
Constructions d'exploitation et d'administration:		
Murs de clôture, palissades.	141 044.02	
Bois tendre en grume, en poteau, en planches, en lattes, et bois dur pour construction.	95 526.47	
Barraques provisoires.	48 958.78	
Fontaines et aqueducs.	83 296.46	
Maisons de surveillants.	197 285.40	
Bâtiments d'administration, salles pour voyageurs: Magasins et hangars pour waggons et marchandises.	1 955 662.54	
Châteaux d'eau, réservoirs, appareils pour le chauffage de l'eau.	353 504.84	
Forges et ateliers de carrosserie aux stations intermédiaires.	60 406.46	
Bâtiments de l'administration centrale, maisons d'habitation, cafés et restaurants.	504 491.52	
Assurances.	3 935.62	3 444 122.11
Matériel de construction et d'exploitation.		
Waggons qui ont servi au transport des terrassements: Construction. . . . . . 246 860f.64; Entretien. . . . . . 22 738 .04; Graissage. . . . . . 6 424 .60	276 023.28	
30 locomotives et 30 tenders.	1 746 751.76	
153 waggons à marchandises et 115 diligences. . . .	1 872 263.12	
Montages et essais des locomotives et waggons. . . .	10 723.96	
Instruments de chaînage et de nivellement.	25 502.36	
Outillage pour la pose et le règlement de la voie. . .	24 998.74	
Outillage des ateliers de forge et carrosserie des stations intermédiaires.	62 727.34	
Installation du bureau central et du bureau de construction; achat de livres, plans, dessins et modèles.	24 860.68	
Ameublement des salles d'attente, installation des magasins, grues, plaques tournantes, outils de tout genre.	140 805.14	4 184 716.38
A reporter.		23 020 719.50

Suite du tableau n° 1.

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.	
		fr.	fr.
Report.		23 020 719.50	
Frais de personnel, surveillance, etc.			
Avant-projet et tracé du chemin :			
Ingénieurs.	105 218.10		
Aides et manœuvres.	53 307.02		
Frais de voyage.	23 026.64		
Frais divers d'écriture, dessin, expédition, chancellerie, etc.	17 172.74		
Fouilles pour le tracé ; indemnités, etc.	41 523.82		
Frais de voyage à l'étranger, prospectus, émissions d'imprimés et d'actions, droits de timbre et de chancellerie, etc.	112 451.82		
Personnel technique :			
Ingénieurs, architectes, conducteurs, surveillants et dessinateurs.	244 702.12		
Frais de voyage, achat de chevaux et voitures.	39 261.04		
Frais divers de chauffage, écriture, dessin, timbre, ports de lettres, exprès, etc.	40 299.48		
Frais d'examen et d'essai du chemin et de son matériel.	36 942.36		
Frais d'hôpital.	40 577.94		
Conservation du chemin et des bâtiments pendant la construction.	54 312.96		
Personnel et frais d'administration :			
Personnel et chef de bureau.	120 004.04		
Frais de voyage et autres.	16 559.66		
Frais de bureau, chauffage, etc.	50 248.38		
Impressions et annonces.	26 555.10		
Emission des actions, timbre, etc.	91 572.52	1 113 735.74	
Montant total des travaux exécutés.		24 134 455.24	
Desquels il convient de déduire, pour travaux commencés sur la ligne de Presbourg.		1 470 000.00	
Reste pour travaux exécutés entre Vienne et Glognitz.		22 664 455.24	22 664 455.24
La dépense prévue était de.		14 924 000.00	
Augmentation.		7 740 455.24	
La société a en outre fait construire à Vienne, un immense atelier pour la fabrication et la réparation des machines.			
Cet atelier a coûté pour construction et outillage.	1 333 375.94		
Avances pour la mise en activité, et dépenses faites pour machines en construction.	623 552.02	1 956 927.96	1 956 927.96
Dépense totale faite par la compagnie, pour travaux, sur une longueur de 75k.33.			24 621 383.20
Le kilomètre de chemin a coûté en moyenne, abstraction faite des dépenses du grand atelier.		fr. 300 908.85	
Idem en y comprenant ces dépenses.		326 890.38	

TABLEAU N° 2. — *Mouvement des voyageurs du 16 mai 1841 au 30 juin 1842.*

	voyageurs.
Salons.	6 592
1re classe.	65 838
2e classe.	423 276
3e classe.	811 245
Nombre total des voyageurs.	1 306 951

Le produit total a été pour ces 1 306 951 voyageurs de 1 656 049fr..20, ou en moyenne par voyageur de 1fr..27.

Le transport de ces 1 306 951 voyageurs a été opéré au moyen de 7 619 convois, dont chacun contenait en moyenne, 172 voyageurs.

Pour obtenir le parcours moyen de chaque voyageur sur le chemin, il convient d'établir d'abord le prix moyen (en raison du nombre de voyageurs de chaque classe) du kilomètre parcouru, puis de diviser par ce chiffre le prix moyen payé par chaque voyageur.

	fr.
Or le prix par kilomètre, étant pour les salons de.	0.1254
pour la 1re classe de.	0.1035
pour la 2e classe de.	0.0777
pour la 3e classe de.	0.0518

Le prix moyen du kilomètre parcouru a été du 16 mai 1841 au 30 juin 1842, de 0fr..0631 ; par suite, le nombre de kilomètres moyens parcourus par chaque voyageur a été de 20k.01 ; ce parcours représente 26.57 pour 100 du parcours total.

Les voyageurs de salons, 1re, 2e et 3e classe sont entre eux comme 1 : 9.90 : 64.21 : 123.07.

TABLEAU N° 3. — *Mouvement des marchandises du 16 mai 1841 au 30 juin 1842.*

NATURE DES TRANSPORTS.	POIDS en tonneaux.	PRODUITS.
	tonn.	fr.
Surcroît de bagages des voyageurs et petits envois.	895.66	118 545.18
Marchandises.	15 398.15	
333 équipages, 1 100 chevaux, chiens et autres animaux.	»	11 922.04
Totaux.	16 293.81	130 467.22

Chaque tonneau transporté a moyennement coûté 7fr..27.

TABLEAU N° 4. — *Tableau détaillé des dépenses du 16 mai 1841 au 30 juin 1842.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.	DÉPENSES par kilomet. parcouru.
Combustible.			
36 111st..36 de bois, qui, fendu, scié, etc., a coûté 6fr..98 le stère.	fr. 250 265.86	fr. »	fr. 0.556
Chauffage de l'eau prise par les tenders.	8 882.90	259 148.76	0.019
Entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines.			
Réparation des locomotives et des tenders.	73 374.91	»	0.163
Idem des waggons.	49 507.33	»	0.109
Machinistes et chauffeurs.	61 109.70	»	0.136
Huile, suif, saindoux, etc., pour les locomotives.	23 372.44	»	0.052
Idem pour les tenders.	12 896.26	220 260.64	0.029
Entretien du chemin.			
Entretien des ponts, viaducs, terrassements, passages à niveau.	78 712.66		
Entretien des plantations, chemins aux abords des embarcadères.	2 407.08		
Réparation des aiguilles et des gares d'évitement.	10 400.26		
Enlèvement des neiges et de la glace.	9 527.70		
Réparation des outils destinés à l'entretien.	3 666.26		
Entretien des bâtiments, des stations, des châteaux d'eau, réservoirs, etc.	6 038.76	110 752.72	
Frais d'administration, etc.			
Ingénieurs de section, aides, surveillants et écrivains.	35 111.96		
Gardes-voie, gardes de nuit, etc.	61 994.66		
Personnel pour le nettoyage des stations et le service des embarcadères; frais de lampistes, éclairage et chauffage des salles d'attente, frais de bureau, etc.	86 471.06		
Personnel des bureaux d'expédition, caissiers, gardes-magasins, facteurs, etc.	52 296.14		
Salaires des conducteurs de convois; frais d'équipement.	41 518.36		
Salaires des concierges, déchargeurs et autres manœuvres.	24 321.96		
Impressions de billets, livres, registres; frais de bureau, ports de lettres, chauffage.	34 870.94		
Camionnage des marchandises.	13 362.70		
Outillage des magasins.	3 005.86		
Frais de police, postes, etc.	19 537.96		
Frais d'impressions, d'annonces, fournitures et chauffage du bureau central, etc.	17 105.14	389 596.74	
Dépense totale.		979 758.86	

Il a été perçu :	fr.
1° Pour voyageurs.	1 656 049.20
2° Pour marchandises et bagages.	130 467.22
3° Pour loyer de cafés, magasins, terrains, etc.	62 771.54
Produit total.	1 849 287.96
Déduisant la dépense.	979 758.86
Reste pour produit net.	869 529.10

Nota. **26 locomotives ont parcouru une distance totale de 450 560k.40, et en moyenne 17 329k.24. La dépense par kilom. a été en total, d'après le tableau ci-dessus, de 0fr..771.**

TABLEAU N° 5. — *Mouvement des voyageurs du 1er juillet au 31 décembre 1842.*

	voyageurs.
Salons.	3 060
1re classe.	27 321
2e classe.	190 965
3e classe.	455 086
Total.	676 432

Le produit total a été pour ces 676 432 voyageurs, de 926 315fr.78, ou en moyenne par voyageur de 1fr.37.

Le transport de ces 676 432 voyageurs a été opéré au moyen de 3 825 convois, dont chacun contenait en moyenne 177 voyageurs.

Le prix moyen du kilomètre parcouru a été de 0fr.0616; par suite le nombre de kilomètres moyens parcourus par chaque voyageur a été de 22k.24; ce parcours représente 29.52 pour 100 du parcours total.

Les voyageurs de salons, 1re, 2e et 3e classe, sont entre eux comme 1 : 8.92 : 62.40 : 147.74.

TABLEAU N° 6. — *Mouvement des marchandises du 1er juillet au 31 décembre 1842.*

NATURE DES TRANSPORTS.	POIDS en tonneaux.	PRODUITS.
	tonn.	fr.
Surcroît de bagages des voyageurs et petits envois.	699.59	17 402.84
Marchandises.	20 624.18	152 209.20
332 équipages.	»	12 131.34
1427 animaux de toute espèce.	»	1 379.56
TOTAUX.	21 323.77	183 122.94

Les 20 624t.18 de marchandises ci-dessus ont été transportés au moyen de 593 convois spéciaux, dont chacun contenait en moyenne 34t.79.

Chaque tonneau de marchandises transporté a coûté en moyenne 7fr.38.

TABLEAU N° 7. — *Tableau détaillé des dépenses, du 1er juillet au 31 décembre 1842.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.	DÉPENSES par kilomèt. parcouru.
Combustible.			
25 488st.81 de bois, qui, fendu, scié, etc., a coûté 6fr.42 le stère	fr. 163 741.76	fr. »	fr. 0.558
Chauffage de l'eau prise par les tenders	26 913.34	190 655.10	0.092
Entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines.			
Frais de réparation des locomotives	61 304.23	»	0.209
Idem des waggons	23 790.13	»	0.082
Machinistes et chauffeurs	26 360.62	»	0.089
Graissage des locomotives	18 494.22	»	0.062
Idem des waggons	7 511.14	137 460.34	0.026
Entretien du chemin.			
Entretien des ponts, viaducs, terrassements, passages à niveau	28 504.84		
Entretien des chemins aux abords des embarcadères, et plantations	3 379.48		
Réparations aux aiguilles et gares d'évitement	4 699.76		
Enlèvement des neiges et de la glace	988.78		
Réparation des outils destinés à l'entretien	4 780.10		
Entretien des bâtiments, magasins, salles d'attente, maisons de gardes, châteaux d'eau, etc.	10 749.70		
Assurances	392.86	53 495.52	
Frais d'administration, etc.			
Ingén. de section, aides, surveill., écrivains	19 326.84		
Gardes-voie, gardes de nuit, etc.	29 921.32		
Personnel pour le nettoyage des stations et le service des embarcad.; éclairage et chauffage des salles d'attente, etc.; frais de bur., etc.	24 189.36		
Réparations et acquisition de mobilier	638.56		
Impositions et frais divers	3 252.60		
Personnel des bureaux d'expédition, caissiers, gardes-magasins, facteurs, etc.	27 462.76		
Conducteurs de convois, frais d'équipement	16 950.44		
Salaires des concierges, déchargeurs et autres manœuvres	19 444.88		
Impressions des billets de départ, livres, registres, frais de bureau, ports de lettres, chauffage des bureaux	8 338.72		
Camionnage des marchandises	17 082.00		
Location de bureaux d'expédition dans Vienne, et frais accessoires	2 322.32		
Outillage des magasins	1 347.84		
Frais de police, postes, sentinelles, etc.	1 190.02		
Personnel du bureau central	10 824.06		
Frais d'impressions, d'annonces, fourniture, éclairage et chauffage du bureau central	9 783.28		
Dépenses pour signaux	4 423 90	196 498.90	
Dépense totale		578 109.86	

	fr.
Il a été perçu : 1° Pour voyageurs	926 315.78
2° Pour marchandises et bagages	183 122 94
3° Pour loyer de magasins, cafés, terrains, etc.	33 756.06
Produit total	1 143 194.78
Déduisant les dépenses	578 109.86
Reste pour produit net	565 084 92

Nota. 29 locomotives ont parcouru une distance totale de 293 546 kilomètres, et n moyenne 10 122k.30. La dépense totale par kilomètre a été de 0fr.829.

TABLEAU N° 8. — *Mouvement des voyageurs du 1er janvier au 31 décembre 1843.*

	voyageurs.
Salons	7 724
1re classe	65 836
2e classe	320 801
3e classe	784 884
Nombre total des voyageurs	1 179 245

Le produit total a été pour ces 1 179 245 voyageurs, de 1 614 206fr.88, ou en moyenne, par voyageur 1fr.37.

Le transport de ces 1 179 245 voyageurs a été opéré au moyen de 6 428 convois, dont chacun contenait en moyenne 183 voyageurs.

Le prix moyen du kilomètre parcouru a été de 0fr.0622; par suite, le nombre de kilomètres moyens parcourus par chaque voyageur, a été de 22k.02; ce parcours représente 29.23 pour 100 du parcours total.

Les voyageurs de salons, 1re, 2e et 3e classe sont entre eux, comme 1 : 8.52 : 41.53 : 101.61.

TABLEAU N° 9. — *Mouvement des marchandises du 1er janvier au 31 décembre 1843.*

NATURE DES TRANSPORTS.	POIDS en tonneaux.	PRODUITS.
	tonn.	fr.
Marchandises	67 436.35	460 119.14
772 équipages et 3 260 animaux de toute espèce	»	28 793.18
Totaux	67 436.35	488 912.32

Les 67 436t.35 de marchandises ci-dessus ont été transportés au moyen de 1 435 convois spéciaux, dont chacun contenait en moyenne 46t.99.

Chaque tonneau de marchandises transporté a coûté en moyenne 6fr.82.

TABLEAU N° 10. — *Tableau détaillé des dépenses, du 1er janvier au 31 décembre 1843.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.	DÉPENSES par kilomèt. parcouru.
Combustible.			
50 557st.85 de bois, qui, fendu, scié, etc., a coûté 6^{fr}.01 le stère.	fr. 304 265.52	fr. »	fr. 0.570
Chauffage de l'eau prise par les tenders.	33 191.08	337 456.60	0.062
Entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines.			
Réparation des locomotives et des tenders.	116 138.52	»	0.218
Idem des waggons.	67 553.20	»	0.126
Machinistes et chauffeurs.	56 932.46	»	0.107
Graissage des locomotives et des tenders.	16 368.82	»	0.031
Idem des waggons.	14 023.49	271 016.49	0.026
Entretien du chemin.			
Entretien des ponts, viaducs, terrassements, etc.	56 934.80		
Entretien des chemins aux abords des embarcadères, et plantations.	5 658.90		
Entretien des rails, aiguilles, croisements de voie, etc.	20 363.46		
Enlèvement des neiges et de la glace.	2 039.44		
Entretien des bâtiments, magasins, salles d'attente, maisons de gardes, reservoirs, etc.	19 869.98		
Assurances.	663.78	105 530.36	
Frais d'administration, etc.			
Ingénieurs de section, aides, surveillants, ecrivains, etc.	33 079.80		
Gardes-voie, gardes de nuit, etc.	59 636.72		
Personnel pour le nettoyage des stations et le service des embarcadères; éclairage et chauffage des salles d'att., etc.; frais de bureau, etc.	46 066.80		
Réparations et renouvellement du mobilier.	1 175.98		
Impositions et frais divers.	9 226.10		
Personnel du bureau d'expédition, caissiers, gardes-magasins, facteurs.	58 677.84		
Conducteurs de convoi, frais d'équipement.	29 029.54		
Salaires de concierges, déchargeurs et autres manœuvres.	47 542.56		
Impression des billets de départ, livres, registres, frais de bureau, ports de lettres, éclairage et chauffage des bureaux.	12 723 58		
Camionnage des marchandises.	3 701.88		
Location de bureaux d'expedition dans Vienne, et frais divers.	3 508.96		
Outillage des magasins.	2 849.60		
Frais de police, postes, sentinelles, etc.	3 469.70		
Personnel du bureau central.	26 439.92		
Frais d'impression, d'annonces, fournitures, éclairage et chauffage du bureau central.	15 259.66		
Service des signaux.	3 344.38	356 733 02	
Dépense totale.		1 070 736 47	

		fr.
Il a été perçu :	1° Pour voyageurs.	1 614 206.88
	2° Pour marchandises et bagages.	488 912.32
	3° Pour loyer de magasins, cafés, terrains, etc.	120 827.72
	Produit total.	2 223 946.92
	Déduisant les dépenses.	1 070 736.47
	Reste pour produit net.	1 153 210.45

Nota. **Le parcours total de 30 locom. a été de 533 274k.34, ce qui donne un parcours moyen par locom., de 17 775k.80. La dépense moyenne par kilom. est de 0^{fr}.819.**

TABLEAU N° 11. — *Résultats comparés de l'exploitation.*

	Du 16 mai 1841 au 1er juillet 1842, ou pendant 12 mois et demi.	Du 1er juillet 1842 au 31 décembre 1842, ou pendant 6 mois.	Du 1er janvier au 31 décembre 1843, ou pendant un an.
Recettes brutes	fr. 1 849 287.96	fr. 1 143 194.78	fr. 2 223 946.92
Dépenses	979 758.86	578 109.86	1 070 736.47
Rapport des dépenses aux recettes brutes	52.98 p. 100	50.57 p. 100	48.15 p. 100
Produit net	fr. 869 529.10	fr. 365 084,92	fr. 1 153 210.45
Rapport du produit net au capital d'établissement. (Ce rapport est établi pour l'année.)	3.14 p. 100	4.59 p. 010	4.68 p. 100
Rapport du produit des voyageurs à la recette brute	89.54 p. 100	81.02 p. 100	72.58 p. 100
Idem des marchandises	7.05 p. 100	16.02 p. 100	21.98 p. 100
Idem des produits divers	3.41 p. 100	2.96 p. 100	5.44 p. 100
Nombre de kilomètres parcourus	kil. 450 360.40	kil. 293 546.82	kil. 533 274.37
Frais de traction par kilomètre moyen parcouru	fr. 1.064	fr. 1.118	fr. 1.140
Frais totaux de combustible, *idem*	0.575	0.650	0.632
Rapport du prix du combustible aux frais de traction	54.04 p. 100	58.14 p. 100	55.43 p. 100
Frais d'entretien du chemin, rapportés au kilomètre moyen parcouru	fr. 0.246	fr. 0.182	fr. 0.198
Frais généraux, *idem*	0.862	0.669	0,669
Prix total de revient par kilomètre moyen parcouru	2.172	1.969	2.007
Rapport des frais de traction au prix du kilomètre moyen parcouru	48.97 p. 100	56.77 p. 100	56.80 p. 100
Rapport des frais de combustible	26.47 p. 100	33.01 p. 100	31.44 p. 100
Idem des frais d'entretien	11.35 p. 100	9.24 p. 100	9.86 p. 100
Idem des frais généraux	39.68 p. 100	33.99 p. 100	33.34 p. 100
Frais d'entretien du chemin, rapportés au kilomètre moyen de chemin exécuté, et à l'année de 12 mois	fr. 1 307.04	fr. 1 420.29	fr. 1 400.90
Frais généraux, *idem*	4 451.77	5 217.00	4 735.67
Combustible consommé par kilomèt. moyen parcouru	st. 0.080	st. 0.086	st. 0.094
Nombre de voyageurs	voyageurs. 1 306 951	voyageurs. 676 432	voyageurs. 1 179 245
Parcours moyen	kil. 20.01	kil. 22.24	kil. 22.02
Tonnage	tonn. 16 293.81	tonn. 21 323.77	tonn. 67 436.35

4° *Chemin de fer du Nord.*

HISTORIQUE SOMMAIRE.

Établissement du chemin. — Le 4 mars 1836, M. le baron de Rothschild obtint la concession d'un chemin de fer à ouvrir entre Vienne et Bochnia, avec embranchements sur Brünn, Olmütz, Troppau, Bielitz, Biala, Divory et Wieliezka; la concession embrassait un délai de cinquante ans, et entraînait le droit d'expropriation, sous la condition de livrer une partie du chemin dans un délai de deux ans, et le chemin entier en dix ans. Les 592^{k}.56 de chemin à ouvrir, tant sur la direction principale, que sur les embranchements, étaient estimés 46 400 000 fr.

La fréquentation annuelle entre Vienne et Bochnia était de 80 000 voyageurs, et le tonnage de 63 840 tonneaux.

Un rescrit impérial vint bientôt ajouter à la concession primitive celle de l'embranchement de Vienne à Stockerau, tête du chemin de Vienne à Linz, par la rive gauche du Danube.

Le 23 novembre 1837, fut livrée au public la partie de Vienne à Wagram sur une longueur de 17^{k}.57.

Les années suivantes, les parties exécutées et livrées à la circulation ont atteint une longueur de 308^{k}.30.

En 1843, des négociations ont été entamées entre la compagnie du chemin du Nord et une compagnie prussienne, pour obtenir la jonction directe de Vienne avec Breslau, et par suite avec Berlin. La compagnie du chemin du Nord, qui avait presque épuisé pour la construction des 308.30 premiers kilomètres, son capital social, et qui était sous le coup de la condition de l'achèvement en dix ans, c'est-à-dire pour 1846, de tout le chemin de Vienne à Bochnia, et de ses embranchements, demanda en vain à l'administration impériale soit une garantie d'intérêt, soit l'achèvement, aux frais du trésor public, de la ligne entamée. Elle obtint seulement, le 31 octobre 1843, la pro-

longation à dix autres années de la condition de livrer tout le chemin de Vienne à Bochnia et ses embranchements.

Le 12 décembre 1843 l'assemblée générale des actionnaires, décida que pour couvrir la somme de 9 100 000 fr. nécessaire à la construction des 74^{k}.07 qui séparent Leipnik d'Oderberg, point de la frontière prussienne où arrivera le chemin partant de Breslau, il serait fait sur chaque action, un appel de fonds, en sept termes. On espère que de Prerau à la frontière prussienne, le chemin sera livré dès le courant de 1845.

DÉTAILS SUR L'EXÉCUTION ET L'EXPLOITATION DU CHEMIN.

Longueur, stations, etc. — La longueur de chemin exécutée est de 308^{k}.30, savoir :

	kilom.
Entre Vienne et Leipnik	199.21
Entre Lundenbourg et Brünn	60.23
Entre Prerau et Olmütz	22.95
Entre Vienne et Stockerau	25.91
Total	308.30

Sur cette longueur de 308^{k}.30, il existe, en comptant les points de départ et les points d'arrivée, 24 stations ; ce qui donne, pour espacement moyen des stations, 13^{k}.40.

Acquisitions de terrains.—Les acquisitions de terrains, qui ont de beaucoup dépassé les prévisions de l'avant-projet, ont été partout faites pour l'établissement d'un chemin à deux voies. Le prix moyen de l'hectare de terrain a été de 1 170 fr.

Terrassements. — Les terrassements ont été partout préparés pour la pose de deux voies. En terrain ordinaire, le prix du mètre cube de déblai, a été moyennement de 0$^{fr.}$.267 ; quand la fouille atteignait une profondeur de 3^{m}.80, le prix du mètre cube de déblai était, y compris un transport à la brouette, de 47 à 94 mètres, de 0$^{fr.}$.419.

On a payé 0fr.463, le mètre cube de remblai, conduit moyennement de 237 à 283 mètres, sur un remblai d'une hauteur moyenne de 2m.84, avec la condition de régaler par couches horizontales de 0m.15 à 0m.22 d'épaisseur.

Le mètre cube de remblai transporté au waggon, à 758 mètres, a été moyennement payé 0fr.991.

Pentes, courbes. — La plus forte pente est celle de 1/300.

Le plus petit rayon de courbe existe à l'arrivée de la station de Brünn : il est de 180m.17; on trouve sur le chemin un certain nombre de courbes ayant 570 mètres de rayon, et un grand nombre ayant 760 mètres.

Ponts, viaducs, ouvrages d'art, etc. — Les ouvrages les plus remarquables du chemin sont la traversée de Raigern au moyen d'un viaduc en maçonnerie de 13 arches, et de 78m.65 de longueur (en ce point, le tracé resserré entre un coteau à pic et une vallée profonde, a dû être mené à travers la ville), et le pont en pierre sur la Schwarsawa, avant l'arrivée à Brünn.

Le mètre courant de chemin pour terrassements et ouvrages d'art, a coûté 30fr.68.

Ballast, voie en fer, etc. — Le ballast se compose d'une couche de gravier de 0m.27 d'épaisseur. Le chemin est à double voie, jusqu'à Gœnserndorf; partout ailleurs, à voie simple avec gares d'évitement.

La voie est composée dans le système belge, de rails posés sur des traverses espacées de 1m.26 d'axe en axe. Les rails sont espacés de dedans en dedans de 1m.436. La voie projetée avec des rails plats, a été construite, à l'exception d'une partie de 10 kilomètres pour laquelle les rails ont manqué, avec des rails de la forme usitée sur les chemins belges, pesant 40 kilogrammes par mètre courant.

Rendus à Vienne, les rails anglais ont coûté, droits de douane compris, 0fr.66 le kilogramme; les rails de fabrication autrichienne ont coûté 0fr.604 le kilogramme.

Matériel d'exploitation. — 42 locomotives munies de 33 tenders, exploitent le chemin :

9 fournies par Robert Stephenson, de Newcastle.
4 fournies par Sharp, Roberts et compagnie, de Manchester.
1 fournie par Baldwin, de Philadelphie.
4 fournies par Norris, de Philadelphie.
11 fournies par Turner Evans, de Newton.
1 fournie par Vagleur et compagnie, de Warington.
6 fournies par J. Cockerill, de Seraing.
1 fournie par Longridge et compagnie, de Newcastle.
2 fournies par Nasmyths Gaskelly, de Manchester.
1 fournie par les ateliers mêmes du chemin.

Ces locomotives ont coûté avec les tenders 2 208 405fr..63, ou par locomotive 52 581fr..08.

129 diligences ayant en tout 3 200 places.

448 waggons à marchandises.

Dépense totale d'établissement du chemin. — Il résulte du tableau n° 1, que la dépense totale pour établissement du chemin a été de 38 894 880fr..89, ou par kilomètre de 126 159fr..20.

Tarifs. — *Voyageurs.* — Les tarifs pour les voyageurs sont les suivants :

	fr.	
1re classe.	0.1404	par kilomètre.
2e classe.	0.0878	*id.*
3e classe.	0.0585	*id.*

Les prix ci-dessus sont établis pour les trains de voyageurs ; pour les convois mixtes, chaque classe est abaissée d'un degré :

	fr.	
La 1re classe paye comme la 2e.	0.0878	par kilomètre.
La 2e *id.* comme la 3e.	0.0585	*id.*
Et la 3e classe qui devient la 4e.	0.0351	par kilomètre.

Chaque voyageur a droit au transport de 22k.40 de bagage.

Marchandises. — Le tarif est pour les marchandises :

	fr.
De 1re classe, par tonneau et par kilomètre. . . .	0.108
Pour les marchandises de 2e classe.	0.135
Pour les marchandises sous un grand volume. . .	0.213

Dans les prix ci-dessus sont compris les frais de charge et décharge.

Dans la 1re classe, on range les matières premières, pierres, bois à brûler, bois de teinture, fruits, grains, légumes, pain, beurre, bierre, vin, eau-de-vie, sel, chaux, houille, etc.

Dans la 2e classe, les matières travaillées, denrées coloniales et quelques matières premières, comme soies, laines, cotons.

Voitures, chevaux, etc. — Suivant leur poids, les voitures payent de 0fr.35 à 0fr.70 par kilomètre.

	fr.	
Pour 1 ou 2 chevaux on paye.	0.35	par kilomètre.
Pour 3 ou 4 chevaux.	0.70	*id.*
Pour un chien.	0.007	*id.*

Les animaux payent eu égard à leur poids, estimé ainsi qu'il suit :

Un cheval.	672	kilogrammes.
Un bœuf.	840	*id.*
Une vache.	336	*id.*
Un veau.	86	*id.*
Un porc gras.	112	*id.*
Un porc maigre.	56	*id.*
Un mouton.	56	*id.*

Vitesse moyenne. — La vitesse moyenne des trains de voyageurs, y compris les temps d'arrêt, est de 25k.80 par heure.

Celle des convois mixtes est d'environ moitié.

Exploitation du chemin, du 1er novembre 1838 *au* 31 *octobre* 1840. — Dans ces deux premières années, l'exploitation faite sans la méthode et le soin qu'enseignèrent l'expérience, coûta 60 et 67.20 pour 100 des recettes brutes.

En 1840, les frais de combustible par kilomètre moyen parcouru, s'élevèrent à 1$^{fr.}$.737.

Les autres faits de l'exploitation, n'ont eu qu'un caractère vague et qu'il est impossible de résumer par des chiffres.

Du 1er novembre 1840 *au* 31 *octobre* 1841. — *Combustible, frais de traction, etc.* — 32 locomotives ont parcouru sur le chemin, une distance de 399 721^{k}.19, ou par locomotive, 12 491^{k}.29.

Les frais de traction par kilomètre moyen sont les suivants :

	fr.	
Combustible.	1.300	
Entretien des locomotives et tenders.	0.280	
Machinistes et chauffeurs.	0.096	
Entretien des waggons.	0.232	
Graissage des locomotives et waggons.	0.310	fr.
Total.	2 218	2.218
Les autres frais rapportés au kilomètre moyen parcouru, donnent:	fr.	
1° Frais d'entretien du chemin et de ses dépendances.	0.500	1.268
2° Frais généraux.	0.768	
Dépense totale par kilomètre moyen parcouru.		3 486

Dans le cours de cette année, des essais furent tentés pour le chauffage au bois; ils donnèrent les résultats suivants :

Convois de voyageurs,	chauffage au coke, consommation par kilomètre moyen.		16^{k}.98
	Chauffage au bois,	*id.*	0$^{st.}$.082
Convois mixtes,	chauffage au coke,	*id.*	25^{k}.82
	Chauffage au bois,	*id.*	0$^{st.}$.111
En moyenne,	chauffage au coke,	*id.*	20^{k}.49
	Chauffage au bois,	*id.*	0$^{st.}$.097

Dans ces expériences, le bois de mélèze et celui de sapin ont donné pour résultat, qu'un stère de bois équivalait à 211^{k}.23 de coke. *Voir* les tableaux n°s 2 et 9 (pages 318, 323).

Voyageurs. — Il y a eu sur le tronc principal :

	fr.	
Voyageurs de 1re classe.	8 505	
de 2e classe.	41 327	
de 3e classe.	139 292	
de 4e classe.	38 083	fr.
	227 207	227 207
Sur l'embranchement de Stockerau :	fr.	
Voyageurs de 1re classe.	1 804	
de 2e classe.	21 534	
de 3e classe.	63 313	
de 4e classe.	15 505	
	102 156	102 156
Total.		329 363

Marchandises. — Le tonnage de cette année se trouve confondu avec celui des années précédentes.

Recettes, dépenses :

	fr.
La recette brute a été de.	2 170 399.40
Les dépenses se sont élevées à.	1 393 065.70
Ou à 64.18 pour 100 des recettes.	
Produit net.	777 333.70

Du 1er novembre 1841 *au* 31 *décembre* 1842. — *Combustible, frais de traction, etc.* — 42 locomotives ont parcouru sur le chemin une distance totale de 680 881k.07 ou par locomotive 16 211k.45.

Les frais de traction par kilomètre moyen sont les suivants :

	fr.	
Combustible.	1.113	
Entretien des locomotives et tenders.	0.318	fr.
Machinistes et chauffeurs.	0.189	1.881
Entretien des waggons.	0.186	
Graissage des locomotives et waggons.	0 075	
Les autres frais rapportés au kilomètre moyen parcouru donnent :		
1° Frais d'entretien du chemin et de ses dépendances.	0.503	
2° Frais généraux.	1.189	
	1.692	1.692
Dépense totale par kilomètre moyen parcouru. . . .		3.573

Voir le tableau n° 9 (page 323).

Voyageurs. — 303 044 voyageurs ont parcouru sur le tronc principal, une distance de 86^{k}.69, ou 30.07 p. 100 de la distance totale, et ont produit 1 601 764$^{fr.}$.45, ou par voyageur, 5$^{fr.}$.28.

319621 voyageurs ont parcouru sur l'embranchement de Stockerau, une distance moyenne de 18^{k}.02 ou 69.55 pour 100 de la distance totale, et ont produit 361 677$^{fr.}$.56 ou par voyageur 1$^{fr.}$.13. *Voir* les tableaux n°s 3 et 9 (pages 319, 323).

Marchandises. — 83 249^{t}.26 transportés sur le tronc principal et sur l'embranchement, ont donné un produit de 1 302 601^{fr}.04, ou par tonneau 15$^{fr.}$.65. *Voir* le tableau n° 4 (page 319).

Recettes, dépenses, etc.

	fr.
Le produit des voyageurs a été de.	1 963 442.01
Id. des marchandises de.	1 302 601.04
Produit total.	3 266 043.05
Les dépenses se sont élevées à.	2 434 496.39
ou à 74.54 pour 100 des recettes.	
Produit net.	831 546 66

Le produit des voyageurs figure dans la recette brute pour 60.11 p. 100
Id. des marchandises, *id.* pour 39.89 p. 100

Voir le tableau n°s 5 et 9 (pages 320, 323).

Du 1er janvier au 31 décembre 1843. — Combustible, frais de traction, etc. — 42 locomotives ont parcouru, sur le chemin, une distance totale de 639 585^{k}.56, ou par locomotive 15 225^{k}.84.

Les frais de traction par kilomètre moyen sont les suivants :

	fr.	fr.
Combustible.	0.632	
Entretien des locomotives et tenders.	0.259	
Machinistes et chauffeurs.	0.174	
Entretien des waggons.	0.322	
Graissage des locomotives et waggons.	0.040	
	1.427	1.427
A reporter.		1.427

Report		fr. 1.427
Les autres frais rapportés au kilomètre moyen parcouru donnent :		
1° Frais d'entretien du chemin et de ses dépendances.	fr. 0 539	
2° Frais généraux.	1.157	
	1.696	1.696
Dépense totale par kilomètre moyen parcouru.		3.123

Il faut remarquer que le prix d'entretien des waggons et diligences, porté ci-dessus, est relatif au train de waggons, qui, dans un convoi, parcourt un kilomètre moyen. La dépense d'entretien calculée sur le nombre exact de kilomètres parcourus par les waggons, est par kilomètre et par waggon ou diligence, de $0^{fr.}.0191$.

Les locomotives exclusivement chauffées au bois ont consommé en moyenne :

	st.
1° Pour trains de voyageurs.	0.0826
2° Pour convois mixtes.	0.1104

Cette consommation s'est abaissée pour des locomotives parfaitement construites :

	st.
1° Pour trains de voyageurs à.	0.0396
2° Pour convois mixtes.	0.0758

Enfin il faut établir que l'économie obtenue sur les frais de combustible, ne résulte pas d'une moindre consommation, mais de la circonstance, que le transport fait sur le chemin même, de 2 $549^{t}.90$ de houille, coke et tourbe, et de 41 $830^{st.}02$ de bois, a abaissé à 404 $378^{fr.}.45$ le prix total du combustible, qui sans cela, se fût élevé à 605 $502^{fr.}.75$. *Voir* les tableaux n°s 8 et 9 (pages 322, 323).

Voyageurs. — Sur le tronc principal, 333 093 voyageurs ont parcouru une distance moyenne de $88^{k}.50$, ou 31.35 pour 100 de la distance totale, et ont produit 1 797 $766^{fr.}.10$, ou par voyageur $5^{fr.}.39$.

Sur l'embranchement de Stockerau, 328 127 voyageurs ont parcouru une distance moyenne de $18^{k}.12$, ou 69.55

pour 100 de la distance totale, et ont produit 366 855fr..66, ou par voyageur 1fr..12. *Voir* les tableaux nos 6 et 9 (pages 321, 323).

Marchandises. — 100 823t.46 transportés sur le tronc principal et l'embranchement de Stockerau, ont produit 1 836 964fr..22, ou par tonneau 18fr..22. *Voir* le tableau no 7 (pages 321).

Recettes, dépenses, etc.

	fr.
Le produit des voyageurs a été de..........	2 164 621.76
Id. des marchandises de............	1 836 964.22
Id. de diverses locations, etc. de.....	30 487.60
Produit total........	4 032 073.58
Les dépenses se sont élevées à............	1 992 423.12
Produit net.........	2 039 650.46

qui représente l'intérêt à 5.24 pour 100 du capital de construction.

Le produit des voyageurs figure dans la recette brute		pour 53.65 p. 100
Id. des marchandises,	*id.*	pour 45.55 p. 100
Id. des produits divers,	*id.*	pour 0.80 p. 100

Voir les tableaux nos 8 et 9 (pages 322, 323).

RÉSUMÉ ET OBSERVATIONS.

Les frais d'exploitation ont été abaissés au-dessous de la moitié de la recette, et cet heureux mouvement ne peut que continuer.

Le nombre des voyageurs n'a pas crû d'une manière bien sensible dans les deux dernières années, le chiffre seul du tonnage a augmenté d'une manière remarquable. Il n'est pas sans intérêt de rapprocher quelques-uns des chiffres de l'exploitation, de ceux qui ont servi de base aux évaluations de l'avant-projet.

On avait constaté entre Vienne et Bochnia, une fréquentation annuelle, pour tout le parcours, de 80 000 voyageurs et un tonnage de 63 840 tonneaux.

Or, en 1843, il y a eu sur le tronc principal 303 093 voyageurs qui en ont parcouru les $\frac{3135}{10000}$; ce qui donne pour toute la ligne une fréquentation de 104 424 voyageurs.

Le tonnage a été en 1843, sur le tronc principal, de 90 547ᵗ.84.

Ces chiffres, on le voit, accusent sur ceux qu'ont donnés les relevés faits avant l'ouverture du chemin, une heureuse augmentation.

En 1843, la situation financière de la société s'est trouvée meilleure que ne le laissait espérer l'exploitation des années précédentes. L'événement s'est chargé de donner une sanction toute-puissante aux refus que le gouvernement autrichien avait toujours opposés à toutes les demandes de garantie d'intérêt.

Les expériences faites sur le chauffage au bois ont un grand intérêt. Un fait qui ressort également de l'expérience est le grand avantage qu'il y a à n'employer que les locomotives sortant des meilleurs ateliers. Le système qui certainement présenterait le plus de garanties, pour une bonne et économique exploitation, consisterait à imposer aux fabricants la condition que les locomotives ne consommeraient moyennement, pour un parcours donné, avec une vitesse moyenne donnée, qu'une quantité déterminée de combustible. Cette condition, à coup sûr, se payerait; mais le déboursé premier ainsi fait, serait vite et largement compensé.

CHEMIN DE FER DU NORD.

TABLEAU N° 1. — *Tableau des dépenses de construction et de mise en exploitation.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.
Tronc principal.	fr.	fr.
Acquisitions de terrains et indemnités	3 121 934.92	
Terrassements et ouvrages d'art	9 160 490.12	12 580 569.82
Construction de deux viaducs sur le Danube, et travaux de défense aux abords	298 144.78	
Voie.		
Bois de toute nature	1 514 307.70	
Rails, coussinets, chevilles, etc.	10 450 022.70	14 765 513.23
Aiguilles et croisements de voie	233 495.34	
Pose de la voie et dépenses diverses	2 537 687.49	
Constructions, et outillage pour l'exploitation.		
Construction des bâtiments de station, magasins, châteaux d'eau, maisons de gardes, etc.	2 797 918.24	4 090 843.90
Outillage des stations, ameublement des salles d'attente, etc.	1 292 925.66	
Matériel d'exploitation.		
38 locomotives et leurs tenders	1 993 905.63	
104 waggons pour voyageurs, et 463 waggons pour marchandises	1 742 749.76	3 917 625.95
Approvisionnements pour la mise en exploitation	180 970.56	
Frais de personnel, etc.		
Déboursés pour cession de privilége	32 897.44	
Etudes et rédaction des projets	282 213.62	789 114.67
Dépenses d'administration	474 003.61	
Embranchement de Stockerau.		
Acquisition de terrains et indemnités	220 351.04	
Terrassements et ouvrages d'art	685 974.70	
Pose de la voie	1 009 542.90	
Construction des stations, etc.; ameublement, outillage, etc.	387 395.97	
Achat de 4 locomotives et de 3 tenders	214 500.00	2 751 213.02
Idem de 25 waggons pour voyageurs et de 20 waggons pour marchandises	175 500.00	
Approvisionnements pour la mise en exploitation	4 896.06	
Études et rédaction des projets	25 856.14	
Dépenses administratives	27 196.21	
Montant total des travaux exécutés		38 894 880.89

	kil.
Le tronc principal et ses embranchements ont ensemble une longueur de	286.84
L'embranchement de Stockerau a une longueur de	21.46
Longueur totale	308.30

Prix du kilomètre moyen de chemin. . . 126 159fr 20.

TABLEAU N° 2. — *Tableau détaillé des dépenses, du 1er novembre 1840 au 31 octobre 1841.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.	DÉPENSES par kilomet. parcouru.
Combustible.			
Pour le chauffage des locomotives et de l'eau qu'elles ont prise aux châteaux d'eau, il a été brûlé 2 734kil..45 de houille, 4 748kil..77 de coke, 104kil..82 de tourbe et 586 3st..51 de bois, qui ont coûté.	fr. 519 743.04	fr. 519 743.04	fr. 1.30
Entretien des machines, tenders et waggons, et conduite des machines.			
Entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines:			
Frais de réparation des locomotives et tenders.	111 206.68		0.280
Idem des waggons.	92 498.12		0.232
Machinistes et chauffeurs.	38 152.40		0.096
Graissage des locomotives et waggons, et autres frais accessoires.	124 157.80	366 015.00	0.310
Entretien du chemin.			
Entretien du corps même du chemin, terrassements, ouvrages d'art, etc.	58 169.80		
Idem de la voie.	109 041.40		
Idem des bâtiments.	32 913.40	200 124.60	
Frais d'administration.			
Les frais du personnel des bureaux, de la surveillance et du chauffage, de l'éclairage, etc., se sont élevés à.	307 183.06	307 183.06	
Dépense totale.		1 393 065.70	
Il a été perçu, pour voyageurs, marchandises, etc.		2 170 399.40	
Déduisant les dépenses.		1 393 065.70	
Reste pour produit net.		777 333.70	

Nota. Dans la période indiquée, 32 locomotives ont fait sur le chemin 4 214 voyages, pendant lesquels elles ont parcouru 399 721kil..19, savoir :

	kil.
En remorquant des voyageurs seuls.	142 236.62
En remorquant des convois mixtes de voyageurs et de marchandises.	194 059.70
En faisant des voyages d'essai ou en portant secours aux convois.	63 424.87

Les frais de traction par kilomètre moyen parcouru s'élèvent à 2fr..218.

TABLEAU N° 3. — *Mouvement des voyageurs du 1er novembre* 1841 *au* 31 *décembre* 1842.

303 044 voyageurs ont parcouru le tronc principal et ont produit une recette de.	fr. 1 601 764.45
Ou par voyageur 5fr..28.	
319 621 voyageurs ont parcouru l'embranchement de Stockerau et produit une recette de.	361 677.56
Ou par voyageur 1fr..13.	
En tout 622 665 voyageurs et une recette de.	1 963 442.01

Le tarif des places étant le suivant :

	fr.	
1re classe.	0.1404	par kilomètre.
2e classe.	0.0878	*id.*
3e classe.	0.0585	*id.*
4e classe.	0.0351	*id.*

Et la proportion observée en 18 $\frac{40}{41}$, entre les voyageurs des quatre classes, étant sur le tronc principal, la suivante : 1 : 4.86 : 14.02 : 6.83.

Et sur l'embranchement de Stockerau, la suivante : 1 : 11.93 : 35.09 : 8.59 ;

Si on admet, ce qui est extrêmement probable, que la même proportion ait été gardée pour l'année 18 $\frac{41}{42}$, on a pour prix moyen payé par kilomètre :

	fr.
1° Sur le tronc principal.	0.0609
2° Sur l'embranchement de Stockerau.	0.0627

Et par suite pour parcours moyen de chaque voyageur :

	kilom.
1° Sur le tronc principal.	86.69
2° Sur l'embranchement de Stockerau.	18.02

TABLEAU N° 4. — *Mouvement des marchandises du 1er novembre* 1841 *au* 31 *décembre* 1842.

	POIDS en tonneaux.	PRODUITS.
	tonn.	fr.
Tronc principal.	76 255.87	1 278 986.28
Embranchement de Stockerau.	6 993.39	23 614.76
Totaux.	83 249,26	1 302 601.04

Il a été payé moyennement 15fr..65 par tonneau.

TABLEAU N° 5. — *Tableau détaillé des dépenses, du 1er novembre 1841 au 31 déc. 1842.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.	DÉPENSES par kilomèt. parcouru.
Combustible.			
Pour le chauffage des locomotives et de l'eau qu'elles ont prise aux châteaux d'eau, il a été brûlé 8 613t.81 de houille, coke et tourbe. .	fr. 549 678.16	fr.	fr. 0.807
28 799st.91 de bois.	208 511.35	758 189.51	0.306
Entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines.			
Frais de réparation des locomotives et tenders.	217 033.13		7.318
Idem des waggons.	127 032.10		0.186
Machinistes et chauffeurs.	128 618.02		0.189
Graissage des locomotives et waggons.	51 234.53	523 917.78	0.075
Entretien du chemin.			
Entretien du corps du chemin, des terrassements, ouvrages d'art, etc.	57 342.30		
Balayage des neiges.	30 340.13		
Maintien des communications pendant la reconstruction du pont du Danube.	15 114.53		
Entretien de la voie.	188 606.81		
Idem des bâtiments.	51 183.24	342 587.01	
(Ces dépenses sont réparties pendant 10 mois sur 296kil..28, pendant 4 mois sur 308kil..30.)			
Frais d'administration.			
Commissaires supérieurs, ingénieurs et conducteurs.	65 324.64		
Salaires de gardes-voie.	108 698.20		
Ouvriers préposés aux châteaux d'eau, gardes feu, etc.	156 222.54		
Chauffage et éclairage des salles d'attente, etc	85 788.37		
Personnel des bureaux d'expédition, caissiers, etc.	10 760.38		
Entretien du mobilier.	15 062.56		
Conducteurs de convois.	80 937.53		
Equipement des conducteurs, gardes, etc. . .	11 651 36		
Expéditeurs, gardes-magasins, aides, chargeurs, etc.	101 237.60		
Frais de magasins, dommages pour marchandises avariées, etc.	48 623.23		
Frais d'impression et de lithographie.	36 123.18		
Contributions.	11 770.38		
Dépenses propres au bureau central d'administration.	77 602.12	809 801.99	
(Ces frais sont répartis pendant 10 mois sur 296kil..28, et pendant 4 mois sur 308kil..30.)			
Dépense totale.		2 434 496.29	

	fr.
Il a été perçu : 1° Pour voyageurs.	1 963 442.01
2° Pour marchandises.	1 302 601.04
	3 266 043.05
Déduisant les dépenses.	2 434 496.39
Reste pour produit net.	831 546 66

Nota. Chaque locomotive a parcouru en moyenne 16 211kil .45. 42 locomot. ont fait sur le chemin 6 808 voyages, pendant lesquels elles ont parcouru 680 881k.07, savoir :

En remorquant des voyageurs seuls. 324 048k.84
En remorquant des convois mixtes. . . . . 327 152 .38
En faisant des voyages d'essai ou en portant secours aux convois. 29 679 .85

La locomotive qui a fourni le plus long trajet est *le Pluton*, machine de 35 chevaux, sortant des ateliers de Sharp et Roberts; elle a parcouru 39 014kil 89, et a coûté pour frais de réparation, par kilomètre moyen parcouru, 0fr..076.

Les frais de traction par kilomètre moyen parcouru s'élèvent à 1fr..881.

TABLEAU N° 6. — *Mouvement des voyageurs du 1er janvier au 31 décembre 1843.*

	fr.
333 093 voyageurs ont parcouru le tronc principal et produit une recette de.	1 797 766.10
Ou par voyageur 5fr..39.	
328 127 voyageurs ont parcouru l'embranchement de Stockerau et produit une recette de.	366 855.66
Ou par voyageur 1fr..12.	
En tout 661 220 voyageurs, et une recette de. . . .	2 164 621.76

En admettant comme en 18 $\frac{41}{42}$ pour prix du kilomètre moyen parcouru :

	fr.
1° Sur le tronc principal.	0 0609
2° Sur l'embranchement de Stockerau.	0.0627

On trouve que chaque voyageur a parcouru moyennement :

	kilom.
1° Sur le tronc principal.	88.50
2° Sur l'embranchement de Stockerau.	18.02

TABLEAU N° 7. — *Mouvement des marchandises du 1er janvier au 31 décembre 1843.*

	POIDS en tonneaux.	PRODUITS.
	tonn.	fr.
Tronc principal.	90 587.84	1 803 179.04
Embranchement de Stockerau.	10 235.62	33 785.18
Totaux.	100 823.46	1 836 964.22

Il a été payé moyennement 18fr..22 par tonneau.

Tableau N° 8. — *Tableau détaillé des dépenses, du 1er janvier au 31 décembre 1843.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES		
	partielles.	totales.	par kilomèt. parcouru.
Combustible.			
Pour le chauffage des locomotives et de l'eau qu'elles ont prise aux divers châteaux d'eau, il a été brûlé 2 939t.34 de houille, coke et tourbe, et 59 551st..85 de bois, qui ont coûté.	fr. 404 378.45	fr. 404 378.45	fr. 0.632
Mais il faut remarquer que le transport de 2 549t.90 de houille, et de 41 830st.02 de bois, effectué sur le chemin de fer, n'a pas été compté au prix des tarifs; si cette dépense était mise en ligne de compte, il en résulterait pour combustible, une dép. tot. de 605 502.75.			
Entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines.			
Frais de réparation des locomotives et tenders.	159 525.73		0.259
Idem des waggons, et renouvellement.	206 126.86		0.322
Machinistes et chauffeurs.	111 643.33		0.174
Graissage des locomotives et waggons.	25 687.77	502 983.69	0.040
Entretien du chemin et de ses dépendances.			
Terrassements.	28 841.72		
Ouvrages d'art.	38 759.61		
Remise à niveau de la voie.	120 643.64		
Remplacement des fers et bois.	60 972.90		
Maintien des communications pendant les temps de neige, etc.	12 501.06		
Entretien des bâtiments.	82 964.13	344 683.06	
Frais d'administration.			
Commissaires supérieurs, ingén. et conduct.	60 610.11		
Gardes-voie.	97 143.80		
Ouvriers préposés aux châteaux d'eau, gardes-feu, etc.	115 879.32		
Éclairage.	18 822.05		
Personnel des bureaux d'expéd., caissiers, etc.	18 643.00		
Entretien du mobilier.	26 454.12		
Conducteurs de convoi.	70 000.00		
Équipement des conducteurs, gardes, etc. . .	18 475.66		
Expéditeurs, gardes-magasins, camionneurs.	105 551.76		
Frais de magasins et dommages pour marchandises avariées.	81 416.69		
Frais d'impression et de lithographie.	18 499.70		
Frais d'assurance des bâtiments.	7 596.63		
Impositions et frais de timbre.	21 317.27		
Dépenses propres au bur. central d'administon.	79 967.81	740 377.92	
Dépense totale.		1 992 423.12	

Il a été perçu :	1° Pour voyageurs.	fr. 2 164 621.76
	2° Pour marchandises.	1 836 964.22
	3° Pour diverses locations.	30 487.60
	Recette brute.	4 032 073.58
	Déduisant les dépenses.	1 992 423.12
	Reste pour produit net.	2 039 650.46

Nota. Chaque locomotive a parcouru en moyenne 15 225 k. 84, et a coûté par kilomètre, en combustible, 0 fr. 806, en réparation, 0 fr. 259; total, 1 fr. 065. — La locomotive qui a fourni le plus long trajet est *le Pluton*, qui a parcouru 33 777 k. 40, et a coûté pour frais de réparation par kilomètre, 0 fr. 0602. — Les locomotives chauffées exclusivement au bois ont consommé par kilomètre moyen parcouru :

	st.		kil.
En remorquant des voyageurs,	0.0826,	résultat calculé pour un parcours de. .	220 497.50
Idem des convois mixtes,	0.1104,	*idem* *idem* . .	231 930.69

Celle qui a le moins consommé 1° en remorquant des voyageurs, est *le Jupiter*, machine de 30 chevaux des ateliers de Robert Stephenson. Il a parcouru 6 424 k. 28, et a consommé 0 st. 0396 par kilom.; 2° en remorquant des convois mixtes, est *le Pluton*, déjà signalé, lequel a parcouru 970 k. 317 en consommant 0 st. 0758 par kilomètre moyen.

Il résulte du tableau du mouvement des waggons, que ceux-ci ont parcouru 10 739 433 k. 79, et que les frais de réparations se sont élevés à 206 126 fr. 86, ce qui donne, pour les frais d'entretien des waggons par kilomètre parcouru, 0 fr. 0191.

Les frais de traction par kilomètre moyen parcouru s'élèvent à 1fr.427.

Tableau N° 9. — *Résultats comparés de l'exploitation.*

	Du 1er novembre 1840 au 31 octobre 1841.	Du 1er novembre 1841 au 31 décembre 1842.	Du 1er janvier au 31 décembre 1843.
Recettes brutes	fr. 2 170 399.40	fr. 3 266 043.05	fr. 4 032 073.58
Dépenses	1 393 065.70	2 434 496.39	1 992 423.12
Rapport des dépenses aux recettes brutes.	64.18 p. 100	74.54 p. 100	49.41 p. 100
Produit net	fr. 777 333.70	fr. 831 546.66	fr. 2 039 650.46
Rapport du produit net au capital d'établissement	»	»	6.24 p. 100
Rapport du produit des voyageurs à la recette brute	»	60.11 p. 100	53.65 p. 100
Idem des marchandises, *idem*	»	39.89 p. 100	45.55 p. 100
Idem des produits divers	»	»	0.80 p. 100
Nombre de kilomètres parcourus	kil. 399 721.19	kil. 680 881.07	kil. 639 585.56
Frais de traction par kilom. moyen parcouru	fr. 2.218	fr. 1.881	fr. 1.427
Frais totaux de combustible, *idem*	1.300	1.113	0.632
Rapport du prix de combustible aux frais de traction	58.61 p. 100	59.17 p. 100	44.28 p. 100
Frais d'entretien du chemin, rapportés au kilomètre moyen parcouru	fr. 0.500	fr. 0.503	fr. 0.539
Frais généraux, *idem*	0.708	1.189	1.157
Prix total de revient par kilom. parcouru.	3.486	3.573	3.123
Rapport des frais de traction au prix de revient du kilomètre moyen parcouru	63.62 p. 100	52.65 p. 100	45.69 p. 100
Idem des frais de combustible	37.29 p. 100	31.15 p. 100	20.23 p. 100
Idem des frais d'entretien	14.29 p. 100	14.18 p. 100	17.26 p. 100
Idem des frais généraux	22.09 p. 100	33.27 p. 100	37.05 p. 100
Frais d'entretien du chemin, rapportés au kilomètre moyen de chemin exécuté, et à l'année de 12 mois	fr. 1 031.24	fr. 979.68	fr. 1 118.01
Frais généraux, *idem*	1 582.80	2 315.88	2 401.48
Combustible consommé par kilom. moyen parcouru	kil. 18.97 de houille, coke, etc. 0st.014 de bois.	kil. 12.65 de houille, coke, etc. 0st.042 de bois.	kil. 4.59 de houille, coke, etc. 0st.093 de bois.
Nombre de voyageurs	voyageurs. 329 363	voyageurs. 622 665	voyageurs. 661 220
Parcours moyen	» »	kil. 86.69 18.02	kil. 88.50 18.02
Tonnage	»	tonn. 83 249.29	tonn. 100 823.46

5° *Chemin de fer de Presbourg à Tyrnau.*

En 1839 furent commencés les travaux du chemin de fer de Presbourg à Tyrnau, par Saint-Georges, Bösing et Modern.

Ce chemin, d'une longueur de $48^k.89$, était estimé 1 387 547 fr.; il devait être construit en vue d'une exploitation faite au moyen de chevaux. En cours d'exécution, les projets furent modifiés et le chemin disposé pour être exploité par des locomotives. Il en résulta une telle augmentation de dépenses, qu'arrivés à la hauteur de Bösing, sur une longueur de $23^k.22$, les travaux coûtaient déjà 1 647 240 fr., ou 259 700 fr. de plus que l'estimation prévue de toute la ligne. Le découragement s'empara de la société, qui, oubliant le caractère tout national qu'elle avait voulu imprimer à cette entreprise, tentée par les seuls Hongrois, écoula à bas prix toutes les actions sur la place de Vienne. Entre les mains de détenteurs étrangers au pays que cette ligne devait enrichir, l'entreprise en est restée au point où elle a été amenée en 1840.

Voici du reste quelques-unes des circonstances d'une exploitation faite au moyen de chevaux.

Du 28 septembre 1840 au 31 mars 1841, il y a eu sur le chemin, 13 245 voyageurs qui ont produit.	fr. 5960.50	
$1\,153^t.60$ de marchandises, consistant en bois à brûler, pommes de terre, grains et lait, qui ont produit.	8305.18	
Total pour six mois d'exploitation.	14 265.68	fr. 14 265.68
Du 1er août au 31 décembre 1841, il y a eu 63 608 voyageurs, qui ont produit.	fr. 27 604.20	
$2\,629^t.03$ de marchandises, qui ont produit. . .	20 027.80	
Total pour neuf mois d'exploitation. . . .	47 632 00	47 632.00
Du 1er janvier au 30 septembre 1842, il y a eu 42 303 voyageurs, qui ont produit.	fr. 26 595.40	
$9\,990^t.22$ de marchandises qui ont produit. . .	26 559.40	
Total pour neuf mois d'exploitation. . . .	53 164.80	53 164.80

En ne tenant compte que des résultats des neuf mois d'exploitation du 1er janvier au 30 septembre 1842, on trouve que le produit moyen par mois, est de 5 907fr.20. Si on admet que comme sur le chemin de Budweiss à Linz et à Gmunden, les frais d'exploitation représentent 67 pour 100 des recettes, il reste pour produit net par mois, 2 067fr.52, qui représentent l'intérêt à 1fr.50 pour 100 du capital de construction.

6° *Chemins de fer de l'état.*

La résolution qu'a prise le gouvernement autrichien, de continuer à ses frais, et d'exploiter les lignes de fer qui, par leur étendue et leur importance, sortent du cercle de la spéculation privée, et empruntent aux circonstances de leur parcours la valeur d'un fait politique, est depuis longtemps connue en France; elle y a produit moins de sensation que dans les divers états d'Allemagne, où quelle que soit la forme des gouvernements, les longues habitudes du pouvoir tendent à la concentration de tous les éléments de force. L'approbation a été unanime, et c'est à n'en pas douter, enhardi par cet exemple, que le gouvernement bavarois a opéré le rachat du chemin de Munich à Augsbourg, tête des deux lignes de Munich à Dresde, et de Munich à Lindau. Il est inutile de revenir ici sur les dispositions du rescrit impérial, dont MM. de Bourgoing et Teisserenc ont donné la traduction. Ce qui va suivre sera l'indication sommaire des classements opérés en vertu de la décision impériale, et de l'état d'avancement des travaux.

Chemin de fer de Vienne à Prague. — La fixation du tracé définitif de la ligne de Vienne à Prague, a donné lieu à une lutte très-vive entre le chemin de fer du Nord d'une part, et les populations de la Bohême de l'autre. Celles-ci réclamaient la ligne directe de Stockerau à Prague, qui eût traversé sur environ 417 kilomètres, une contrée

riche et populeuse; le chemin du Nord demandait qu'on utilisât la ligne d'Olmutz, ou celle de Brunn. Placée entre ces exigences, l'administration autrichienne fit, dans le courant de 1842, étudier jusqu'à six tracés différents, entre Vienne et Prague. Le résultat de ces études fut :

1° Que le tracé direct de Vienne et Prague rencontrait de très-grandes difficultés, et était, entre autres conditions, astreint au passage successif de quatre points de partage d'une grande élévation ;

2° Que le chemin direct de Brunn à Prague rencontrait des obstacles de même nature, et devait par exemple franchir soixante fois le cours de la Zitawa ;

3° Que la meilleure ligne était celle d'Olmutz à Prague par Landskron, Bohmisch-Trubau, Wildenschwert, Pardubitz et Birchowitz.

Cependant par une sorte de transaction, destinée à donner satisfaction aux intérêts des populations d'une partie de l'Autriche et de la Bohême, on a classé sur Prague deux chemins s'embranchant sur le chemin du Nord.

Le premier part de Brunn, passe par Zwittau et arrive à Bohmisch-Trubau; le second part d'Olmutz, passe par Landskron, rencontre le chemin parti de Brunn à Bohmisch-Trubau, et suit la ligne indiquée plus haut, comme reconnue la meilleure.

La ligne d'Olmutz à Prague a une longueur de 248^{k}.13, qui ajoutés au parcours de Vienne à Olmutz donnent 455^{k}.11.

Projetée avec une pente maxima de 1/200 sur une longueur totale de 25^{k}.92, elle est estimée 45 654 115 fr.

La partie d'Olmutz à Bohmisch-Trubau, sur une longueur de 87^{k}.78, entamée en 1842, sera complétement terminée à la fin de 1844. La partie de Bohmisch-Trubau à Prague, commencée en 1843, doit être achevée en 1845,

et on espère pour le printemps de 1846, la livraison entière entre Olmütz et Prague.

La ligne de Brunn à Bohmisch-Trubau a une longueur de 96k.29 et est estimée 20 800 000 fr.

Sur cette ligne aussi, les travaux sont commencés, mais poussés avec moins d'activité que sur la précédente.

En résumé, entre Vienne et Prague, le gouvernement autrichien construit deux chemins d'une longueur ensemble de 344k.42, estimés 66 454 115 fr.

Chemin de fer de Prague à Dresde. — Après quelques incertitudes sur le choix du tracé, une commission mixte nommée par l'Autriche et la Saxe désigna comme étant la plus favorable à tous les intérêts, et la plus courte, la ligne qui descend jusqu'à Dresde, la vallée de l'Elbe. Elle a sur le territoire autrichien, une longueur de 88k.88, et sur le territoire saxon 74k.07.

La ligne est tracée, sa direction arrêtée, mais jusqu'à présent les travaux n'ont pas été entamés.

Une convention a été arrêtée entre les deux gouvernements de l'Autriche et de la Saxe, par laquelle « les deux » gouvernements s'engagent à terminer et à livrer à la » circulation, toute la ligne joignant Dresde et l'un des » points du chemin de Vienne à Bochnia, dans le délai de » huit années, à partir du jour de la ratification de la » convention.

» Le gouvernement autrichien s'engage à exécuter sur » son territoire la ligne à ses frais, le gouvernement » saxon s'engage, pour le cas où une compagnie exécuterait la ligne sur son territoire, à lui faire remplir toutes » les conventions arrêtées où à arrêter entre les deux » gouvernements.

» Une commission mixte sera nommée, qui se réunira » à Dresde, pour discuter et arrêter le point d'arrivée du » chemin à la frontière commune, l'écartement des rails, » les points où on devra exécuter une double voie, où

» devront être construits à la frontière, les magasins, » salles d'attente, etc. »

La commission a été nommée, mais aucune partie de son travail n'a encore été rendue publique.

Chemin de Vienne sur la Bavière. — Ce chemin qui partirait de Stockerau, et irait à Linz, serait probablement prolongé sur Salzbourg, et de là sur Munich; mais cette ligne, une des dernières dont on doive s'occuper, n'a encore été l'objet que de quelques pourparlers sans grande importance, entre les gouvernements autrichien et bavarois.

Chemin de Vienne à Trieste. — La grande ligne de Vienne à Trieste, d'une longueur totale de 629^{k}.60 (dont 75^{k}.33 empruntés au chemin de Vienne à Glognitz sont terminés) rencontre au cœur des Alpes noriques, de sérieuses difficultés. Le chemin de Glognitz prolongé sur Schottwien, arrive au pied du Semmring, le sommet le moins élevé de la chaîne des Alpes styriennes, celui que franchit la grande route de Vienne à Trieste, en un point élevé de 1 014^{m}.15 au-dessus du niveau de la mer, et de 649^{m}.68 au-dessus de la vallée de la Murz. Rien n'a encore été décidé pour le passage de ce point; de ses deux extrémités, et jusqu'aux points où devra cesser l'emploi des locomotives, le chemin sera amené au pied du Semmring; là les voyageurs et les marchandises subiront un double transbordement, et franchiront en moins de deux heures, la montagne par la route qu'a fait exécuter l'empereur François Ier, avec la pente de 1/24. L'administration autrichienne mettra à profit le temps qui s'écoulera pendant la construction du chemin, pour étudier l'établissement de deux plans inclinés, ou d'un tunnel de 2 786^{m}.48.

Du pied du versant méridional du Semmring, et en suivant les vallées de la Murz et de la Mur, le tracé arrive jusqu'à Gratz avec des pentes dont le maximum est de 1/150, et qui s'abaissent jusqu'à 1/1000, et se prolonge

jusqu'à Neudorf. Cette partie du chemin, adjugée à la fin du mois d'août 1842, sur une longueur de 111k.11, doit être achevée cette année même, et la pose des rails pourra avoir lieu dès 1845.

Pendant ces travaux, les études entre Neudorf et Trieste étaient poussées avec activité. En 1843, le tracé a été approuvé entre Neudorf et Cilly, en passant par Marbourg, sur une longueur de 40k.74. Dès le mois d'août de la même année, les travaux ont commencé sur toute cette partie de la ligne.

Au delà de Cilly et jusqu'à Laybach d'une part, entre Laybach et Trieste, de l'autre, aucun tracé n'a encore été définitivement adopté.

Envisagée comme destinée à relier la mer du Nord et l'Adriatique, la ligne de Vienne à Trieste, a une importance plus apparente que réelle. Pour qu'elle devînt la grande route du Nord vers le Midi et l'Orient, il faudrait, mille autres objections réservées, que l'Autriche renonçât avant tout à son système de douanes et adoucît singulièrement l'âpreté de sa police dont les exigences éloignent tant d'étrangers de Vienne. L'avenir réservé au chemin de Trieste est assez beau, pour qu'il soit inutile de lui donner une importance fictive, empruntée au charlatanisme des prospectus.

Voici en effet quel a été, en 1842, le mouvement du port de Trieste en marchandises venues du territoire autrichien ou qui y ont pénétré.

Marchandises venues à Trieste, de divers points du territoire autrichien :

	tonn.
Cire, talc, potasse, fromage.	467.60
Tabac.	3 360.00
Drogueries, couleurs.	260 96
Fruits.	560.00
Grains.	960.00
Farine.	11 849.60
A reporter.	17 458.16

	tonn.
Report.	17 458.16
Pommes de terre.	2 016.00
Peaux brutes et travaillées.	2 278.00
Laine.	571.00
Métaux et minéraux.	6 014.40
Objets manufacturés.	4 088.00
Vins, 49 840 hectolitres.	4 984.00
Verreries.	6 880.80
Objets divers.	2 520.00
Tonnage total à la sortie.	46 616.56

Marchandises entrées par Trieste sur le territoire aurichien :

	tonn.	
Chanvre et lin.	296.80	
Coton.	976.00	
Riz.	756.00	
Café.	3 829.00	
Sucre.	16642.92	
Cacao et autres produits coloniaux.	1 008.00	
Drogueries.	1 008.00	
Fruits du midi.	9 576.00	
Huile.	6 686.40	
Poisson.	929.60	
Savon.	1 108.30	
Tabac.	1 576.40	
Objets divers.	14 620.00	
Tonnage total à l'entrée.	67 013.92	67 013.92
Tonnage total de 1842.		113 630.48

On n'a pas tenu compte du bois de construction et autres matières que le chemin de fer ne pourrait transporter.

Cette masse de 113 630^{t}.48 sera sur une plus ou moins grande étendue, absorbée par le chemin de Vienne.

Mais l'intérêt politique de cette ligne, qui rapproche l'Autriche de ses possessions italiennes, domine son intérêt commercial, et assure son achèvement dans un délai assez rapproché.

Le gouvernement s'est préoccupé de la question du combustible ; des essais faits récemment sur le chemin de Glognitz, ont démontré qu'on pourrait avec avantage,

substituer au bois, dont on craint avec raison le renchérissement, l'anthracite et les houilles brunes, que fournissent en abondance et à bas prix, les Alpes styriennes traversées par le chemin.

Chemin de fer de Vienne à Milan. — La ligne de Vienne à Milan fera suite à celle de Vienne à Trieste. Elle passera par Padoue, Vicence, Vérone et Brescia :

	kilom.
Elle arrivera à Milan avec un parcours de.	228.11
Elle aura sur Bergame un embranchement de. . . .	16.12
Longueur totale.	244.23

Le chemin est estimé.	47 914 650 fr.
L'embranchement.	2 255 680
Total.	50 170 330 fr.

L'ouvrage le plus remarquable du chemin est sans contredit le grand viaduc des Lagunes. Ce viaduc de 3 605^{m}.16 de longueur, est composé de six parties de 504^{m}.86, séparées par cinq terre-pleins, dont quatre (*piazzette*) ayant chacun 100 mètres de longueur, et un cinquième (*piazza maggiore*) ayant 136 mètres de longueur. En outre, à chaque entrée du viaduc, du côté de la terre ferme, et du côté de Venise, existe une tête de pont de 20 mètres de longueur. Celle du côté de Venise part de l'embarcadère du chemin de fer; celle de la terre ferme, aboutit à la chaussée de Venise à Milan.

Chaque division du viaduc est supportée par 37 arches, en arc de cercle, divisées elles-mêmes en sept séries; savoir : six de 5 arches et une au milieu, de 7 arches; le nombre total des arches est donc de 222.

Chaque arche a 10 mètres d'ouverture, 1^{m}.80 de flèche.

Les piles ont 2^{m}.12 d'épaisseur; celles qui séparent les séries de 5 arches, font office de piles culées, et ont une épaisseur de 9^{m}.24; celles qui sont aux extrémités des séries de 7 arches, ont une épaisseur de 14^{m}.24; il existe

en outre, en avant du corps de chaque plate-forme, une demi-culée en saillie de $2^m.91$.

La largeur du viaduc, égale à la longueur des piles, est de 9 mètres; sur chaque pile-culée, la largeur est de 10 mètres, sur chacune des quatre petites plates-formes, et sur les deux têtes de pont, la largeur est de 17 mètres. La grande plate-forme est composée de trois parties; deux aux extrémités, ont chacune la largeur de 17 mètres et une longueur de $29^m.80$; celle du milieu, a une longueur de $76^m.40$ et une largeur de $39^m.60$. Les angles des plates-formes et têtes de pont, ont en outre des saillies supportées par des trompes.

Les piles ont jusqu'au cordon qui les sépare de la naissance des voûtes $2^m.20$; le cordon a lui-même $0^m.26$ d'épaisseur. Le dessous du cordon est au niveau de la mer, le dessus du viaduc est à $3^m.57$ au-dessus du niveau de la mer, ce qui, déduction faite de la hauteur du cordon, et de la flèche de la voûte, donne pour épaisseur à la clef $1^m.51$.

Un cordon règne extérieurement à la hauteur de la chaussée, et est surmonté par un parapet d'un mètre de hauteur.

Les fondations reposent sur des pieux; toute la partie que recouvre la mer, est bâtie en pierres d'Istrie, avec mortier de chaux et pouzzolane; toute la partie au-dessus du niveau de la mer, est bâtie en briques avec mortier de chaux et sable, les angles seuls sont en pierres d'Istrie.

Le travail a été adjugé pour la somme de $3\,914\,773^{fr.}.80$; commencé en avril 1841, le viaduc devra être terminé en octobre 1846. Les travaux du reste de la ligne sont également entamés sur plusieurs points.

Chemin de Milan à Monza. — Ce chemin, de $18^k.62$ de longueur, est livré à la circulation depuis le mois d'août 1840 et a coûté 3 131 240 francs.

En résumé, le gouvernement autrichien a classé comme

lignes de l'état, devant être exécutées et exploitées par lui :

	kilom.
1° Le chemin de fer de Vienne à Prague et de Prague à Dresde ayant une longueur totale (déduction faite des parties empruntées au chemin du Nord) de.	433.30
2° Le chemin de fer de Vienne à Trieste, ayant, déduction faite de la partie empruntée au chemin de Glognitz, une longueur de.	554.27
3° Le chemin de Vienne à Milan et embranchement sur Bergame de.	244.23
4° Le chemin de Milan à Monza de.	18.62
Total.	1250.42

Les travaux sont partout commencés, et dans un délai de cinq ans ces 1 250k.42 seront livrés au public.

Pour faire face aux dépenses, le gouvernement autrichien a contracté en juin 1843, un emprunt de 130 000 000 fr., avec intérêt de 5 pour 100.

---

§ 2. Bavière.

Chemin de fer de Munich à Augsbourg.

HISTORIQUE SOMMAIRE.

Établissement du chemin. — Étudiée par le conseiller aux travaux Beyschlag, la ligne de Munich à Augsbourg fut confiée en 1836 à l'ingénieur de cercle Denis, qui arrêta le tracé, l'avant-projet et les estimations de dépenses. Pour une longueur de 60k.66, le capital de construction et de mise en exploitation à une seule voie, fut porté à 6 480 000 fr. Dans l'espoir d'économies à réaliser sur cette estimation, on décida de n'émettre que les 9/10 des actions. Par décision royale des 3 et 9 juillet 1837, les statuts de la société furent approuvés et ses rapports futurs avec l'administration des postes, réglés.

Le piquetage de la ligne fut commencé le 19 août; l'avant-projet remanié par le conseiller aux travaux Himbsel, nommé directeur des travaux du chemin, fut approuvé le 28 décembre. Dès le mois de janvier 1838,

commencèrent les acquisitions de terrains; les travaux de terrassements furent entamés le 9 février, aux environs de Lochhausen; dans le courant de 1838, furent résolus : 1° l'émission du dixième réservé du capital primitif; 2° un emprunt de 2 376 000 fr.

Dès 1839, des parties achevées du chemin furent livrées au public.

Enfin le 4 octobre 1840, eut lieu l'ouverture du chemin entre Munich et Ausbourg.

DÉTAIL DES DÉPENSES.

Acquisitions de terrains. — Les acquisitions, dépréciations, indemnités de morcellement, etc., etc., estimées 280 800 fr., pour une superficie de 40 hectares 92 ares, ont coûté 995 $578^{fr}.34$ pour une superficie acquise de $100^{h}.60$, dans lesquels figurent les portions de parcelles impropres à la culture, que la société a été obligée d'acquérir en dehors de la zone nécessaire à la construction du chemin. L'hectare moyen a été payé, dépréciation, morcellement, etc., compris, 9 $896^{fr}.40$.

Ponts et aqueducs. — Deux chiffres donneront la mesure de l'augmentation à laquelle a donné lieu la construction des ouvrages d'art : 51 ponts et aqueducs avaient été prévus avec une ouverture totale de $246^{m}.45$; il a été construit 63 ponts et aqueducs, d'une ouverture totale de $486^{m}.98$.

Terrassements. — Préparés pour la pose de deux voies, les terrassements n'ont reçu qu'une voie d'un espacement de $1^{m}.436$. Les pentes et contre-pentes au moyen desquelles a été franchi le point de partage peu élevé, qui sépare Munich et Ausgbourg, sont très-modérées (*voir* le nivellement et le plan général, Pl. 80, *fig.* 1 et 2). Le rayon de courbe le plus court, qui se rencontre près d'Augsbourg, au passage du Lech, est de $875^{m}.677$.

Les mouvements de terre ont été peu considérables; les

plus forts remblais (de 4^{m}.60 à 6^{m}.40), se trouvent entre Althégnenberg et Lochdorf.

Sur plusieurs points de la ligne, et notamment aux abords de Hattenhofen, le chemin traverse en remblais des marais sans aucune consistance. Renonçant à assurer la résistance du terrain, soit par le battage d'une forêt de pieux, d'une longueur de 12 à 15 mètres, et qui eussent considérablement augmenté la dépense, soit par l'emploi de fascines d'un prix également élevé, et laissant craindre pour le moment où elles viendraient à pourrir, des tassements considérables, le directeur des travaux fit au préalable, assainir autant que possible, par des fossés d'écoulement, les parties de marais traversées; puis on pratiqua en échiquier, et avec espacement de 0^{m}.876, des trous quarrés, d'une profondeur de 1^{m}.168, ayant au bas 0^{m}.582, au haut 0^{m}.876 de côté. Ces trous furent remplis de terre grasse, imperméable à l'eau. La disposition inclinée des faces des trous, ayant pour effet de comprimer la terre tourbeuse du marais, on put effectuer sur une masse rendue homogène, des remblais avec un tel succès, que depuis la mise en exploitation du chemin, aucun tassement n'a eu lieu.

Sur un point au-dessus de Mammendorf, en déblai de 1^{m}.167 à 1^{m}.46, dans un terrain de marais, où on ne trouva le terrain solide qu'à une profondeur de 4^{m}.40 à 4^{m}.70, on creusa jusqu'au terrain solide, et on remplit de terre grasse des trous placés en ligne sous les rails.

Les terrassements ont coûté 1 849 986$^{fr.}$.65, ou par mètre courant 30$^{fr.}$.49.

Voie en fer :

	fr.
Les rails, de fabrication anglaise, et du poids de 19^{k}.84 par mètre courant, ont coûté 1 541 537$^{fr.}$.79, ou par mètre courant.	25 41
Les traverses en sapin et les coins en chêne ont coûté 192 911$^{fr.}$.63, ou par mètre courant.	3.18
A reporter.	28.59

	fr.
Report.	28.59
Les coussinets et broches pour la pose des coussinets, ont coûté 369 812fr..63, ou par mètre courant.	6.09
Les changements et croisements de voie, ont coûté 13 050fr..72, ou par mètre courant de chemin.	0.22
La pose et l'ajustement de la voie, ont coûté 289 144fr..30, ou par mètre courant.	4.77
Prix total de la voie en place, par mètre courant.	39.67

Matériel d'exploitation. — 8 locomotives, dont 4 de la fabrique de Robert Stephenson; 2 de celle de Sharp, Roberts et compagnie, de Manchester, et 2 de celle de Fenton Murray et compagnie de Leeds;

8 tenders;
1 voiture de cour;
5 *id.* de 1re classe;
16 *id.* de 2e classe;
15 *id.* de 3e classe (1);
31 waggons pour marchandises;
10 plates-formes pour voitures, chevaux, etc.;
En tout 78 voitures.

Dépense totale d'établissement du chemin. — Il résulte du tableau n° 1 (p. 353), que pour une longueur de chemin de 60k.66, il a été dépensé une somme de 8 565 638fr..29.

Ou par kilomètre 141 207fr..35.

Tarifs. — *Voyageurs.* — A l'ouverture du chemin, pour quatre classes, on avait établi les tarifs suivants :

		fr.
1re classe, par kilomètre.		0.107
2e	*id.*	0.071
3e	*id*	0.063
4e	*id.*	0.032

Ces tarifs, modifiés pour 1841 de la façon suivante :

		fr.
1re classe, par kilomètre.		0.107
2e	*id.*	0.071
3e	*id.*	0.042

(1) Les waggons des trois classes sont couverts; l'été seulement, on emploie pour la 3e classe, des voitures découvertes; les voitures des deux premières classes sont fermées au moyen de glaces; celles de la 3e avec des rideaux en cuir.

furent, pour les années suivantes, portés au taux suivant :

		fr.
1re classe, par kilomètre		0.107
2e	id.	0.078
3e	id.	0.050

Chaque voyageur a droit au transport gratuit de 22k.40.

Marchandises. — Pour les colis d'un poids supérieur à 14 kilogrammes, le prix du transport est de 0fr..32 par tonneau et par kilomètre, non compris les frais de transport à l'embarcadère; et sans distinction des marchandises par classe.

Pour des colis inférieurs à 14 kilogrammes, le prix varie de 0fr..0018 à 0fr..009, par kilomètre et par colis (2).

Voitures, chevaux, chiens. — Les voitures payent pour la distance de Munich à Augsbourg, de 21fr..60 à 51fr..84, suivant leur poids. Les personnes qui restent dans leur voiture, payent en sus, suivant le taux de la 2e classe :

	fr.
Prix pour un cheval, de Munich à Augsbourg.	12.96
Pour deux	21.60
Pour un chien	0.43

Exploitation du chemin. — L'ordonnance royale du 6 mars 1843 a fixé pour vitesse maxima des trains de voyageurs, celle de 10m.22 par seconde, ou 36k.79 par heure.

Le trajet de Munich à Augsbourg a lieu, à moins de circonstances atmosphériques contraires, en 1h.40', à quoi il convient d'ajouter pour temps d'arrêt aux huit stations intermédiaires, de 45' à 50'; temps total du parcours, 2h.30'.

(2) La société a renoncé aux convois spéciaux de marchandises qui marchaient la nuit avec des chevaux; la dégradation du chemin et l'usure des traverses dépassaient l'économie obtenue sur les frais de traction. Aujourd'hui les transports, dont l'importance a considérablement augmenté, se font par la vapeur, et les marchandises servent de complément aux convois qui n'ont jamais leur charge normale en voyageurs.

Les convois partis à la même heure de Munich et d'Augsbourg, se rencontrent à Nunhofen, où existe une gare d'évitement, et où se renouvelle la provision d'eau.

En hiver, deux départs quotidiens, de chacune des extrémités du chemin.

Du 1er mai au 30 septembre, trois départs par jour, et un quatrième les fêtes et dimanches.

DÉTAILS DE L'EXPLOITATION, DES DÉPENSES, ET DES PRODUITS DU CHEMIN PAR ANNÉE D'EXPLOITATION.

De l'ouverture du chemin au 30 *septembre* 1840. — *Combustible.* — Le premier combustible dont il ait été fait usage, a été le coke anglais, auquel, en raison de son prix élevé, on dut bientôt renoncer. Divers essais infructueux furent tentés avec les anthracites que fournit la Bavière, et avec la tourbe. Enfin, après un apprentissage assez long que durent faire les chauffeurs anglais, habitués à l'usage exclusif du coke, on obtint de bons résultats de l'emploi combiné du bois de pin et des houilles maigres de Bohême. On arriva bientôt aux résultats suivants : une locomotive remorquant huit waggons consommait par kilomètre moyen (y compris la chauffe de la locomotive), $13^{k}.29$ de houille, et $0^{st.}.023$ de bois de sapin.

La valeur moyenne du tonneau de houille, étant de $73^{fr.}.21$, et celle du stère de bois de sapin de $4^{fr.}.48$, le prix de revient en combustible, du kilomètre moyen, était de $1^{fr.}.07$.

Six différents systèmes, destinés à empêcher l'émission des étincelles que vomissent les locomotives chauffées au bois seul, ont été expérimentés sans succès ; quatre d'entre eux ne s'opposaient que d'une manière imparfaite à l'éruption qu'ils devaient combattre ; les deux autres, qui remplissaient ce but, avaient pour effet de diminuer d'une manière sensible le tirage, et par suite la puissance des locomotives. On dut donc ajourner l'emploi exclusif du

bois, qui promettait une grande économie sur le prix du combustible.

Voyageurs, produits, dépenses. — 158 169 voyageurs ont donné un produit brut de 155 265$^{fr.}$.90, et occasionné une dépense de 108 648 fr.; produit net, 46 617$^{fr.}$.90.

Du 1er *octobre* 1840 *au* 30 *septembre* 1841. — *Roues en fonte.* — L'hiver de 1840 à 1841 fut fatal à la plupart des roues en fonte des waggons et diligences, qu'il fallut remplacer par des roues en fer.

Combustible. — Les soins apportés par les chauffeurs à n'employer que le combustible strictement nécessaire, l'habileté qu'ils ont acquise par l'emploi de matières qui leur étaient jusqu'alors étrangères, ont permis de réduire d'une manière notable la dépense de combustible. Pendant les onze premiers mois de cette année, on n'a consommé par kilomètre moyen, que 8^{k}.30 de houille maigre et 0$^{st.}$.0086 de bois de pin, qui, aux prix de 65$^{fr.}$.58 le tonneau de houille, et de 4$^{fr.}$.82 le stère de bois, ont donné pour prix du combustible par kilomètre moyen 0$^{fr.}$.586.

Dans le dernier mois de cette année, l'emploi de l'appareil flammivore inventé par l'ingénieur autrichien Klein, en réalisant la double condition de maintenir le tirage, et de prévenir complétement l'éruption des étincelles, a permis de faire servir d'une manière exclusive, le bois de pin, au chauffage des locomotives; il paraît résulter de ces expériences, que par kilomètre moyen, la dépense est en bois de 0$^{st.}$ 062, et en argent de 0$^{fr.}$.299.

Voyageurs et marchandises. — Du 1er octobre 1840, au 30 septembre 1841, le chemin a reçu 251 441 voyageurs.

Dans ses calculs, la société avait admis que la fréquentation annuelle aurait pour mininum, le triple de la population réunie des deux têtes du chemin, c'est-à-dire environ 350 000 voyageurs; aussi le mécompte fut-il grand, et lors de la réunion des actionnaires (16 décembre 1841)

chercha-t-on à expliquer la non réalisation des calculs primitifs, par l'inclémence de la saison d'été, pendant laquelle aucune fête, aucun dimanche ne purent être consacrés à des voyages d'agrément, et par le défaut de population des contrées traversées. On prédit que la voie de fer amènerait bientôt des bras sur cette terre presque inculte, et lui donnerait ce besoin de mouvement et de relations, qui est la véritable vie des peuples; on semblait du reste compter assez peu sur le produit du transport des marchandises. Nous verrons quelle autorité ont donnée à ces prédictions et à ce dédain mal dissimulé, les faits accomplis pendant les deux années suivantes.

Il a été transporté une masse de marchandises du poids total de 2 800 tonneaux.

Recettes, dépenses:

	fr.
La recette brute a été de.	582 526.30
Les dépenses se sont élevées à.	344 696.32
Reste pour produit net.	237 829.98

On déduit de ces chiffres:

1° Que les dépenses d'exploitation se sont élevées pour l'année 18 $\frac{40}{41}$, à 59 pour 100 de la recette brute; 2° que le produit net représente l'intérêt à 2.78 pour 100 du capital d'établissement.

Du 1er *octobre* 1841 *au* 30 *septembre* 1842. — *Chauffage des diligences.* — Des essais ont été tentés pour arriver au chauffage des waggons de 1re et 2e classe, au moyen de tuyaux en tôle remplis de sable chaud; les résultats donnent lieu de croire que ce moyen aura tout le succès désirable.

Combustible. — L'appareil flammivore de Klein a été appliqué à toutes les locomotives et a réalisé en partie les économies prévues en 18 $\frac{40}{41}$.

Locomotives, frais de traction, etc. — Les huit locomotives ont fait 1 915 voyages entre Munich et Augsbourg, et parcouru une distance de 116 163k.90.

On déduit du tableau n° 4 (page 355) les résultats suivants.

Chaque kilomètre parcouru a coûté :

	fr.	
En combustible employé au seul chauffage des machines,	0.381	
En entretien de locomotives.	0.233	
En frais de machinistes.	0.170	
En entretien de waggons.	0.194	
En huile d'olive, suif, saindoux.	0.064	fr.
Dépense totale de traction par kilomètre parcouru.	1.042	1.042
Les frais de combustible représentent 36.56 pour 100 des frais de traction.		
Chaque kilomètre parcouru a coûté pour entretien du chemin.	fr. 0.135	
Pour frais généraux d'administration, surveillance, recette, etc.	1.556	
	1.691	1.661
Dépense totale par kilomètre parcouru.		2.733

Les frais de traction représentent 38.16 pour 100 de la dépense totale, et les frais de combustible 13.93 pour 100 de la même dépense.

Les frais d'entretien 4.94 pour 100.

Les frais généraux 56.90 pour 100.

Voyageurs. — 211 308 voyageurs ont parcouru, sur le chemin, une distance moyenne de $37^{k}.93$, ou en tout $8\,014\,912^{k}.44$, qui, comparés aux $116\,163^{k}.90$, parcourus par les locomotives, indiquent que par kilomètre moyen de parcours, le nombre de voyageurs remorqués était de 68.

D'ailleurs, la distance moyenne parcourue par chaque voyageur, représente 65.80 pour 100 du parcours total.

Le nombre de voyageurs qui ont parcouru toute la ligne représente 46.06 pour 100 de la fréquentation totale.

Le mouvement des voyageurs a été, à très-peu de chose près, égal dans les deux sens.

Les voyageurs de 1re, 2e et 3e classe, sont entre eux comme 1 : 13 : 69.

Enfin, il y a eu sur le nombre des voyageurs transportés en $18\frac{41}{42}$, comparé à celui des voyageurs de $18\frac{40}{41}$, une

diminution de 40 133, qui s'explique par l'attrait de la curiosité qui, pendant la première année, a déplacé une assez grande quantité de personnes.

Marchandises. — Cette partie des produits a subi dans un sens contraire, une variation bien plus considérable (*voir* le tableau n° 2, page 353), et qui semble avoir singulièrement déconcerté les prévisions de la société. De 2 800 tonneaux, le poids transporté s'est élevé à 6 047t.80, ou dans la proportion de 1 à 2.16. Le gros roulage proprement dit, entre dans ce chiffre pour 67.78 pour 100. Le bétail mort ou vivant pour 10.24 pour 100. Enfin les envois sous forme de petits paquets, le surcroît de bagage des voyageurs et les voitures pour 21.98 pour 100.

Recettes :

	fr.
Il a été perçu pour les 211 308 voyageurs, une somme de	430 818.07
ou par voyageur une somme de 2fr..038.	
Les 6 047t.80 de marchandises ont produit.	122 958.86
ou par tonneau transporté 20fr..33 (tableau n 2).	
Enfin diverses recettes ont donné un produit de.	31 700.16
Le produit brut total a donc été de.	585 377.09
Les dépenses se sont élevées à.	317 447.11
Reste pour produit net.	267 929.98

Voir le tableau n° 3, page 354.

Le produit des voyageurs représente 73.59 pour 100 du produit total.

Celui des marchandises 21 pour 100.

Celui de diverses locations, etc., 6.41 pour 100.

Les dépenses d'exploitation représentent 54.23 pour 100 de la recette brute.

Enfin le produit net représente l'intérêt à 3.12 pour 100 du capital d'établissement.

Du 1er *octobre* 1842 *au* 30 *septembre* 1843. — *Entretien et grosses réparations.* — Les remblais faits en terrain de marais ont été rechargés; mais le chiffre indiquant le maximum d'abaissement qui avait eu lieu, suffira pour

constater l'excellence du procédé d'établissement de ces remblais ; en effet, le plus grand abaissement observé, a été de 0^{m}.248, sur une longueur de 584 mètres.

Une autre dépense d'une certaine importance, a été le remplacement de 300 traverses dans la partie comprise entre Augsbourg et le pont du Lech ; cette partie, exécutée dès 1838, avait reçu 2 500 traverses. Dans le délai de quatre ans, un huitième environ des traverses a été mis hors de service.

Combustible, frais de traction et autres. — Les chiffres du tableau n° 4 (page 355) donnent pour consommation de combustible, par kilomètre moyen parcouru, 0$^{st.}$.0593. Le stère de bois de pin a coûté, sciage et fendage compris, 5$^{fr.}$.51 ; le prix de revient par kilomètre moyen a donc été de 0$^{fr.}$.327.

En admettant comme équivalent des 0$^{st.}$.0593 de bois de sapin consommés, 8^{k}.18 de houille maigre de Bohême à 65$^{fr.}$.58 le tonneau, on aurait pour prix du combustible, par kilomètre moyen parcouru, 0$^{fr.}$.536 ; l'emploi du bois a donc réalisé une économie de 0$^{fr.}$.209, ou de 39 pour 100 par kilomètre parcouru.

Il a été parcouru sur le chemin 140 274^{k}.60.

Du 1er octobre 1842 au 30 avril 1843, il y a eu 420 convois de marchandises remorqués par des chevaux ; le parcours total a été de 25 477^{k}.20.

Il n'a pas été fourni de renseignements assez détaillés pour qu'il soit possible d'apprécier séparément et d'une manière exacte, le prix de revient de ces convois. Dans les calculs qui vont suivre et qui ont rapport au prix de revient du kilomètre parcouru, on n'aura égard qu'au trajet fait par les locomotives, et la dépense relative aux convois par chevaux sera confondue en bloc avec les éléments du prix de graissage, entretien de voitures, etc. ; l'erreur très-faible qui en résulte sera toute au désavantage des prix ainsi trouvés :

	fr.	fr.
Le prix de traction du kilomètre moyen se compose des frais de combustible.	0.327	
Entretien et réparation des locomotives.	0.129	
Machinistes.	0.141	
Entretien et réparation des waggons.	0.169	
Graissage des locomotives et waggons.	0.069	
Total.	0.835	0.835
Les frais de combustible s'élèvent à 39.34 pour 100 des frais de traction.		
Chaque kilomètre parcouru a coûté pour entretien du chemin.		0.163
Pour frais d'administration, surveillance, recette, etc. . .		1.315
Dépense totale par kilomètre parcouru.		2.313

Les frais de traction s'élèvent à 36.10 pour 100 de la dépense totale, et les frais de combustible à 14.14 p. 100.

Les frais d'entretien de la voie à 7.04 pour 100.

Les frais généraux d'administration à 56.86 pour 100.

Voir les tableaux n°s 4 et 6, pages 355 et 357.

Voyageurs. — 205 829 voyageurs ont parcouru sur le chemin, une distance moyenne de 39^k.41, ou ensemble 8 111 720^k.89, qui, comparés aux 140 274^k.60 parcourus par les locomotives, indiquent que chaque convoi se composait en moyenne de 58 voyageurs.

La distance parcourue par chaque voyageur est en moyenne de 65 pour 100 de la distance totale.

Le nombre des voyageurs qui ont parcouru la ligne entière représente 47.56 pour 100 de la fréquentation totale.

Comme l'année précédente, le mouvement des voyageurs a été à peu près égal dans les deux sens.

Les voyageurs de 1re, 2e et 3e classe sont entre eux comme 1 : 14.4 : 67.

Enfin il y a dans le nombre des voyageurs une diminution de 5 479 sur $18\frac{41}{42}$, et de 45 612 sur $18\frac{40}{41}$.

Marchandises. — Le tonnage du chemin a crû d'une manière rapide (*voir* le tableau n° 5, page 356) et a atteint

le chiffre de 11 348t52 ; les tonnages des trois années 18 $\frac{40}{41}$, 18 $\frac{41}{42}$, 18 $\frac{42}{43}$, sont entre eux comme 1 : 2.16 : 4.05.

Le gros roulage représente 80.64 pour 100 du tonnage.

Le bétail vivant ou mort 7.15 pour 100.

Les envois d'argent, petits paquets, surcroît de bagages des voyageurs et les voitures 12.21 pour 100.

Recettes, dépenses. — Il a été perçu :

	fr.
1° Pour les 205 829 voyageurs, une somme de.	453 358.53
Ou par voyageur une somme de 2fr..20.	
2° Pour 11 348t.52 une somme de.	204 311.39
Ou par tonneau 18 fr. (tableau n° 5).	
3° Pour locations diverses, etc.	7 219.00
Total de la recette brute.	664 888.92
Les dépenses (tableau n° 6, page 357), s'élèvent à. . .	325 189.77
Reste pour produit net.	339 699.15

Le produit des voyageurs représente 68.18 pour 100 de la recette totale.

Le produit des marchandises représente 30.73 p. 100.

Les autres produits 1.09 pour 100.

Les dépenses d'exploitation représentent 48.90 pour 100 du produit brut

Le produit net représente l'intérêt à 3.89 pour 100 du capital d'établissement.

RÉSUMÉ ET OBSERVATIONS.

Dans ce qui précède, les frais d'entretien du chemin et les frais généraux ont été rapportés au kilomètre moyen parcouru.

Bien qu'il faille admettre qu'une part notable de ces frais soit une fonction (dont les données ci-jointes, qui sont dues à la bienveillante recommandation de M. le baron de Bourgoing, et à l'obligeance de M. de Klenze, ne permettent pas d'apprécier l'importance) de la fréquentation du chemin et du nombre des trajets exécutés, il conviendrait peut-être mieux de rapporter ces deux natures de dépenses,

à la longueur de chemin exécuté. C'est ce qui a été fait au tableau n° 7 (page 358), qui résume les chiffres les plus importants auxquels ait conduit l'exploitation des trois années $18\frac{40}{41}$, $18\frac{41}{42}$ et $18\frac{42}{43}$, et qui les présente de façon à permettre une utile comparaison des résultats de chaque année.

Les frais de traction semblent avoir atteint leur minimum ; parce que si d'une part les essais tentés avec succès, dans les ateliers de l'habile président du conseil d'administration du chemin, le chevalier Mafféï, pour l'application du principe de la détente variable aux locomotives, permettent de réaliser des économies sur le combustible, il y a, d'autre part, à craindre l'élévation progressive du prix du bois. Déjà le stère de bois de pin, qui en $18\frac{40}{41}$, coûtait $4^{fr}.48$, a été payé $5^{fr}.51$ en $18\frac{42}{43}$. Tout donne donc lieu de croire que cet élément de la dépense restera constant ; il en sera de même (à moins de circonstances qui apportent de grands changements aux habitudes d'exploitation, à la fréquentation, etc.) des frais d'entretien et des frais généraux, pour lesquels on peut prendre comme normaux les chiffres de $18\frac{42}{43}$. On peut donc, pour une période assez longue, et dans de certaines proportions de fréquentation, admettre que les frais d'exploitation du chemin se composeront d'une partie fixe représentant l'entretien du chemin et les frais d'administration proprement dits, et d'une partie variable, fonction de la fréquentation et du tonnage.

La fréquentation semble avoir atteint un niveau que de longtemps elle ne dépassera pas ; les marchandises seules, malgré le prix élevé du tarif, peuvent apporter au chemin un élément important de succès. Nul doute, que lorsque le tonnage aura acquis plus d'importance, il ne soit établi des trains à vapeur à petite vitesse, qui permettront d'abaisser le tarif, et d'appeler une masse encore plus considérable de transports.

La société, pressée par le gouvernement bavarois qui

tenait à disposer de la tête des chemins de Munich à Dresde et de Munich à Lindau, s'embranchant tous deux à Augsbourg, a conclu avec l'état, dans le courant de juillet 1844, une transaction par laquelle elle a cédé le chemin et son matériel, à 106.66 pour 100 du prix d'établissement. Aujourd'hui donc, à l'exception du chemin si court de Nuremberg à Furth, l'état seul, en Bavière, possède et exploite les chemins de fer.

ORDONNANCE DE POLICE RELATIVE AU CHEMIN DE FER DE MUNICH A AUGSBOURG.

Mesures de sûreté et de précaution relatives au chemin même.

Art. 1er. Les piétons, les cavaliers et les voitures ne franchiront le chemin qu'aux endroits spécialement désignés, et seulement lorsque les barrières seront ouvertes.

2. Partout ailleurs, et pendant la fermeture des barrières, il est défendu à tout homme n'appartenant pas au service du chemin, de passer à pied ou à cheval, ou de stationner sur le chemin, ses abords, ses talus en déblais ou en remblais, d'y conduire des voitures ou des animaux, et d'y faire, ne fût-ce que pour très-peu de temps, aucun dépôt.

3. Aux endroits de passage, les troupeaux de bétail ne seront conduits qu'au fouet.

Les voitures de roulage ne passeront qu'au pas.

4. Quand les barrières seront fermées, les piétons devront, à la demande des gardes-voie, se tenir ou se retirer à six pas des barrières.

Les cavaliers et voituriers, les bêtes de somme et les troupeaux qui arriveront pendant la fermeture des barrières, devront s'en tenir au moins à vingt pas.

5. De deux voitures qui se rencontreront à un endroit de passage, celle-là passera la première, qui sera désignée par le garde-voie.

6. Il est sévèrement interdit d'ouvrir de force ou de franchir les barrières, d'escalader les clôtures des stations, ou d'entrer sans permission dans les bâtiments.

7. Il est interdit aux voyageurs de se rendre sur les plates-formes d'embarquement, avant que le signal ait été donné.

8. Il est défendu :

(1°) De prendre ou de quitter une voiture, 1° en entrant ou sortant par le côté opposé à celui où les portières ont été ouvertes ; 2° en entrant ou sortant pendant la marche du convoi ; 3° contre les injonctions des employés spéciaux ;

(2°) De porter avec soi des armes chargées dont on n'ait pas enlevé les amorces ;

(3°) De porter avec soi, ou d'expédier des matières inflammables spontanément, ou d'une manière facile.

9. Les gens ivres seront, dès le point de départ, ou en cours de voyage, exclus des convois, sans aucun droit à la restitution du prix de leur place ; toute demande faite dans ce sens, par les voyageurs, devra être prise en considération par les employés du chemin, sous leur responsabilité personnelle.

Les employés devront en toute circonstance prendre en considération les plaintes fondées des voyageurs, et y faire droit par l'exclusion immédiate, des convois, des personnes qui auront provoqué les plaintes.

10. A leur arrivée au lieu de leur destination, les voyageurs devront aussitôt quitter leur voiture, le chemin et la station.

11. Les infractions aux prescriptions de la présente ordonnance, ainsi que tous les dommages ou atteintes portés aux chemin, voitures, barrières, clôtures, signaux et autres dépendances, qui n'emportent pas déjà avec eux une condamnation régulière, seront punis, par voie de police, d'une amende qui pourra être portée à 108 fr., ou d'un emprisonnement qui pourra aller jusqu'à quatorze jours.

12. Les employés du chemin, l'inspecteur de l'exploitation, les conducteurs de convois, les machinistes, les gardes-voie et les surveillants sont chargés de faire observer et exécuter la présente ordonnance; par suite, toute prescription de leur part devra être accomplie. Il appartient aux employés du chemin, de saisir et même de mettre en état d'arrestation les transgresseurs de la présente ordonnance; ils seront assermentés comme officiers publics, et les outrages ou faits de résistance dont on se rendrait coupable envers eux, seront, en tant qu'ils ne rentreront pas dans un de ces cas prévus par les lois, sévèrement punis par voie de police.

13. Il appartiendra aux employés du chemin de requérir, pour maintenir l'ordre et la sûreté du chemin, les secours de la gendarmerie royale et de la police locale et de ses agents, tels que gardes communaux et champêtres, qui ne pourront, dans aucun cas, leur refuser l'assistance demandée.

14. Pour ce qui concerne la coopération des agents dans le ressort desquels se trouve le chemin, on se réglera sur les paragraphes 108, 110 et 113 (section première) de l'ordonnance de police révisée.

15. Les voyageurs qui ne se soumettront pas à l'ordre établi, et aux avertissements des employés du chemin, pourront être exclus des convois, à un moment quelconque du trajet, sans avoir droit au remboursement du prix de leur place.

16. Tous les employés du chemin sont tenus de se conduire envers les voyageurs, sans distinction de rang, avec attention et politesse : à chaque station devra être toujours déposé (à moins que pour constater quelque plainte, il n'ait été envoyé en communication à une autorité compétente) un registre d'un nombre déterminé de pages, et revêtu à chaque page du sceau de l'état, destiné à recevoir les plaintes des voyageurs sur la conduite des em-

ployés, ou leurs observations sur quelques défauts du service.

Pour que les personnes qui auront à consigner des plaintes contre le personnel, soient facilement désignées, elles s'inscriront sur un tableau numéroté joint au registre.

Exploitation du chemin, locomotives.

17. L'emploi de locomotives à quatre roues, pour les convois de voyageurs, est interdit; on n'emploiera à cet usage que des locomotives à six ou à huit roues.

18. Les locomotives seront toujours placées en tête des convois, et non employées à les pousser; à l'état normal, il n'y aura qu'une locomotive par convoi.

Cependant dans le cas où, au moment du départ d'un train, il se présentera une masse inattendue de voyageurs ou de marchandises, qu'une seule locomotive ne pourra remorquer, il sera permis d'atteler deux locomotives en tête du convoi.

Dans ce cas tout d'exception, les deux machines devront, le plus possible, être de force égale. En dehors de ce cas, il n'y aura d'exception que pour celui où le convoi rencontrerait, non loin des stations, une machine employée à quelque usage particulier, en un point où il n'y aurait pas de gare d'évitement. Dans ce cas encore les deux machines devront, autant que possible, être de même force.

19. En avant des diligences, seront placés les waggons de bagages et de marchandises; dans les convois où il n'y aura ni bagages ni marchandises, on placera à la suite du tender, une diligence vide.

20. Les diligences, à l'exception de celles de la 3e classe (3), ne seront pas fermées à clef, mais devront pouvoir être ouvertes de dedans, facilement et à chaque instant du

(3) Les waggons de 3e classe ne sont pas fermés par des glaces, et peuvent par conséquent toujours livrer passage en cas d'accident

voyage; la fermeture devra être telle, qu'il soit impossible que les portières s'ouvrent d'elles-mêmes.

21. La vitesse des trains de voyageurs, sans tenir compte du temps d'arrêt aux stations, ne devra pas dépasser 10^{m}.22 par seconde; dans le calcul de la vitesse, on ne devra pas faire entrer le temps expiré depuis le départ jusqu'à l'arrivée, mais seulement celui réellement employé à parcourir la ligne, c'est-à-dire qu'en aucun moment du trajet, la vitesse ne devra être supérieure à 10^{m}.22 par seconde.

22. Les tenders et diligences (ces dernières en nombre qui soit en proportion déterminée avec la longueur des trains) seront munis de freins, dont chacun devra pouvoir agir, non pas seulement sur une roue, mais sur une paire de roues.

23. Pour les essieux, destinés à supporter des charges considérables, on n'emploiera que du fer de la meilleure qualité; on apportera à leur fabrication le plus grand soin, et on ne les emploiera qu'après leur avoir fait subir une épreuve.

24. Les employés chargés d'accompagner les trains, devront être placés de façon à pouvoir manœuvrer les freins; à une certaine distance des stations, ils les manœuvreront de manière à ne pas agir brusquement, mais par une pression graduellement croissante sur les roues.

25. Chaque locomotive sera munie d'un sifflet à vapeur, au moyen duquel les machinistes devront appeler l'attention du personnel de surveillance, au moment d'un accident quelconque, et signaler la mise en mouvement et l'arrivée de chaque convoi, l'approche des lieux habités, passages à niveau, etc.

26. Dans toute leur étendue et surtout aux points de jonction, les rails devront être maintenus dans un état parfaitement rectiligne, de manière à diminuer autant que possible les cahots.

27. L'emploi de demi-traverses sera autorisé là où il ne

compromettra pas la sûreté du parcours, c'est-à-dire aux points où la vitesse doit être forcément ralentie; les demi-traverses seront donc placées aux abords des stations principales, sous la double condition qu'à la rencontre de deux rails, il y aura toujours une traverse entière, et que les demi-traverses seront espacées de façon à ce qu'il y ait alternativement, traverse entière et demi-traverse.

Aux abords des stations intermédiaires, auxquelles il peut arriver qu'on ne s'arrête pas, il ne sera employé que des traverses entières.

28. Chaque fois qu'une traverse sera relevée, ou le ballast remanié, la mise en place de la traverse ou du ballast sera immédiate.

29. Aux abords des passages à niveau, là où le chemin n'est pas suffisamment défendu par la nature même de sa construction, et par des talus en remblais ou en déblais, il sera établi de chaque côté du chemin, une clôture d'au moins $116^{m}.80$; au passage même, une légère barrière devra pouvoir être manœuvrée de façon à fermer à volonté le chemin ou la chaussée qui le traverse.

Les dispositions de la présente ordonnance, relatives à l'exploitation du chemin, seront rendues publiques, d'une part, afin que le public acquière la conviction, que l'administration royale a pris toutes les mesures de nature à prévenir les accidents, et d'autre part, afin qu'il soit assez éclairé pour pouvoir surveiller l'exacte et ponctuelle exécution, de la part de la société, des prescriptions qui lui ont été imposées dans l'intérêt des voyageurs.

Munich, 6 mars 1843.

Chambre de l'intérieur,

DE HORMANN, DE SPRUNNER.

CHEMIN DE FER DE MUNICH A AUGSBOURG.

TABLEAU N°. 1. *Dépenses d'établissement du chemin de fer de Munich à Augsbourg.*

	fr.
Acquisitions de terrains	995 578.34
Frais de procédure	5 302.96
Terrassements	1 849 986.65
Ponts et aqueducs	1 311 184.76
Ballast	333 919.37
Traverses en bois	181 192.79
Coins en chêne	11 718.86
Rails en fer laminé	1 541 537.79
Coussinets	317 380.90
Broches pour pose des coussinets	52 431.73
Gares d'évitement et croisements des voies	13 050.72
Pose et ajustement de la voie, main-d'œuvre	289 144.30
Passages à niveau	33 370.14
Plantations	28 333 82
Plaques tournantes	26 124.77
Bâtiments de station, magasins, etc.	300 561.81
Matériel d'exploitation :	
Huit locomotives anglaises et quatre tenders	432 128.74
Construction de quatre tenders dans les ateliers du chemin	15 589.37
Waggons et diligences	308 159.42
Mobilier, décoration des salles d'attente, etc.	108 596.44
Avant-projet	63 592.88
Personnel de bureau	68 248.22
Salaire du personnel des ingénieurs et conducteurs et gratification à la fin des travaux	213 060 89
Gratifications en cours d'exécution	1 678.10
Dépenses en régie	53 420.47
Frais de voyage des directeurs et administrateurs	10 344.02
Total	8 565 638.29

TABLEAU N° 2.—*Mouvement des marchandises du 1er octobre 1841 au 30 sept.* 1842

DÉSIGNATION DES OBJETS.	POIDS en tonneaux.	RECETTES.
	tonn.	fr.
Objets de gros roulage, grains, etc.	4 099.61	57 477.60
Envois d'argent et de petits paquets d'une valeur déclarée de 4 529 517fr..19	46.91	5 050.51
Surcroît de poids pour bagages de voyageurs	328.80	15 805.58
851 voitures de voyage, du poids présumé de 1 120 kilogrammes chacune	953.12	26 492.40
22 130 têtes de bêtes de toute nature, vivantes ou mortes, estimées	619.36	11 738.52
Frais de camionnage, récépissés, assurances, etc.	»	6 394.25
Totaux	6 047.80	122 958.86

Le prix brut payé en moyenne par tonneau a été 20fr..33.

TABLEAU N° 3. — *Détail des dépenses du 1er octobre 1841 au 30 septembre 1842.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.
Combustible.	fr.	fr.
6 619st.95 de bois de pin	30 806.20	
206t.42 de houille	13 501.30	
Tourbe pour chauffage des guérites de garde-voie	862.14	
Charbon de bois pour les ateliers	1 116.07	46 285.71
Entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines.		
Achat de métaux	9 364.31	
Mecaniciens et ouvriers spéciaux	14 291.06	
Manœuvres	3 385.58	
Achat de roues, bois, étoffe, etc., pour waggons	9 980 52	
Main-d'œuvre	11 443.88	
Machinistes	19 754.06	
Huile, suif, saindoux	7 379.96	75 599.37
Entretien du chemin.		
Main-d'œuvre d'entretien de la voie	4 909.46	
Achat de matériel	509.61	
Réparations aux ponts et aqueducs	103.03	
Id. aux gares d'évitement et passages à niveau	352.40	
Entretien des bâtiments des stations, châteaux d'eau, etc.	4 796 50	
Frais d'entret. et réparat. des plaques tournantes, agrés, etc.	4 140.66	14 811.66
Frais d'administration, etc.		
Partie technique :		
Inspecteur provisoire de l'exploitation, personnel du bureau de la direction	15 365.38	
Surveillants pour l'exploitation, receveurs, expéditeurs, etc.	23 373.94	
Ingénieur et conducteurs	6 055 19	
Dépenses en regie	16 414.27	
Gardes-voie	36 800.78	
Chefs de stations, conducteurs	9 633.60	
Ouvriers attachés aux 2 stations de Munich et d'Augsbourg	24 734.87	
Salaires divers pour auxiliaires aux stations	15 691.43	
Frais d'habillement pour conducteurs, gardes-voie, etc.	5 572.37	
Frais d'omnibus	1 017.36	
Frais de camionnage, remise aux commissionnaires de roulage, droits d'octroi, etc.	7 426 30	
Éclairage	2 536.66	
Contributions directes, assurances, etc.	243.99	
Indemnités, etc.	12 456.50	
Dépenses diverses	1 567.73	180 760.37
Dépense totale		317 447.11
Il a été perçu :	fr.	
1° Pour voyageurs	430 818.07	
2° Pour marchandises	122 958.86	
3° Pour loyers de magasins et autres produits de ce genre	31 700.16	
Produit total	585 377.09	
Déduisant la dépense	317 447.11	
Reste pour produit net	267 929.98	

Tableau n° 4. — *Tableau, par machine, des distances parcourues, du combustible consommé, de la graisse employée, du nombre des waggons et du poids total remorqués, du 1er octobre 1842 au 30 septembre 1843.*

NATURE DES OBJETS.	NOMS DES MACHINES.								TOTAUX.
	Jupiter.	Pluton.	Vesta.	Vénus.	Vulcain.	Mars.	Mercure.	Diane.	
Parcours directs entre Munich et Augsbourg, nombre. . .	216	299	193	245	234	76	345	255	1 863
Parcours comme machine de renfort, nombre.	49	53	41	45	54	58	50	53	403
Parcours entre Munich et Lochhausen, nombre.	8	9	7	10	5	3	11	13	66
Distance parcourue en kilomètres.	kilom. 16 393.23	kilom. 21 753.95	kilom. 14 492.92	kilom. 17 978 60	kilom. 17 790.24	kilom. 8 286.20	kilom. 24 453 88	kilom. 19 125.58	kilom. 140 274.60
Bois pour chauffage des machines, en stères.	st. 975	st. 1292.69	st. 861.78	st. 1 066.50	st. 1 051.68	st 492.98	st. 1 453.35	st. 1 132 03	st. 8 326.01
Consommation par kilomètre moyen, en stères.	0.0594	0.0594	0 0594	0.0593	0 0591	0 0594	0.0594	0.0592	0.0593
Huile, en kilogrammes, pour les machines.	kilog. 223.58	kilog. 278.32	kilog. 187.32	kilog 227.36	kilog. 238.98	kilog. 113.40	kilog. 306.74	kilog. 235.20	kilog. 1 810 90
Suif *id.* *id.*	155 12	210.14	145 04	174.16	175.28	77 84	236.04	180.88	1 354.50
Nombre total de waggons conduits par chaque machine. .	wagg. 3135	wagg. 4 179	wagg. 2 406	wagg. 2921	wagg. 3 291	wagg. 1 630	wagg. 3 912	wagg. 3 020	wagg. 25 524
Poids total transporté, voyageurs, marchandises et waggons, en tonneaux.	tonn. 11 009.88	tonn. 14 743.51	tonn. 8 488.37	tonn. 10 305.29	tonn. 11 610.65	tonn. 5 750.64	tonn. 13 907.38	tonn. 10 654.56	tonn. 86 470.28

	tonn.
On a estimé que les 205 829 voyageurs à 70 kilomètres représentaient.	14 408 03
Marchandises.	9 716.12
733 voitures de voyage à 1 120 kilomètres en moyenne. .	820.96
Animaux de toute nature.	811.45
Poids total utile transporté.	25 756.53

	kilom.
La moindre distance parcourue par les waggons a été de	4 035.86
La plus grande *idem* de	46 289.30
La distance moyenne *idem* de	12 805.09
	kilog.
La consommation en graisse, pour les waggons, a été en moyenne par kilomètre de.	0.0105
La consommation pour les locomotives en huile et en suif a été de.	0.0225

TABLEAU N° 5.

Mouvement des marchandises, du 1er octobre 1842 au 30 septembre 1843.

DÉSIGNATION DES OBJETS.	POIDS en tonneaux.	RECETTES.
	tonn.	fr.
Objets de gros roulage, graisse, etc.	9 151.66	116 389.72
Envois de postes	327.40	9 472.53
Envois d'argent et petits paquets d'une valeur déclarée de 7 060 627fr..44	99.21	11 854.23
Surcroît de poids pour bagages et voyageurs	137.85	16 026.44
733 voitures de voyages	820.96	22 900.32
29 717 têtes de bêtes, estimées	811.44	20 239.20
Frais de camionnage	»	4 058.64
Frais de récépissé, d'assurances des envois, etc.	»	3 370.31
Totaux	11 348.52	204 311.39

Le prix brut payé par tonneau transporté est en moyenne 18 fr.

TABLEAU N° 6. — *Tableau détaillé des dépenses du 1er octobre 1842 au 30 sept. 1843.*

NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES partielles.	DÉPENSES totales.
Combustible.	fr.	fr.
9724st..91 de bois	47 158.63	
28 tonneaux de houille	1 836.00	
Tourbe pour chauffage des guérites de garde	1 433.09	
Charbon de bois dans les ateliers	1 156.36	51 584.08
Traction et entretien des locomotives, tenders et waggons, et conduite des machines.		
Achat de métaux	6 276.59	
Mécaniciens et ouvriers spéciaux	9 259.81	
Manœuvres	2 260.87	
Achat de roues, bois, étoffes et mise en œuvre des étoffes	14 678.93	
Main-d'œuvre des carrossiers	8 710.20	
Salaires des machinistes	19 895.33	
Huile d'olive, suif, saindoux, savon, etc.	9 693.86	70 775.59
Entretien du chemin.		
Main-d'œuvre d'entretien de la voie	8 927.86	
Achat de matériel	1 331.27	
Réparations aux ponts et aqueducs	263.71	
Réparations aux gares d'évitement et passages à niveau	536 87	
Entretien des bâtiments de station, etc.	4 455.07	
Frais de réparation et d'entretien des plaques tournantes, agrés, etc.	5 895.53	21 410.31
Frais d'administration, etc.		
Partie technique :		
Inspecteur de l'exploitation et personnel du bur. de la direct.	16 885.86	
Surveillants pour l'exploitation, receveurs, expéditeurs.	22 973.18	
Traitement de l'ingénieur	3 596.40	
Dépenses en régie	10 981.67	
Gardes-voie	35 324.96	
Chefs de stations et conducteurs	8 266.32	
Ouvriers attachés aux 2 stations de Munich et Augsbourg.	25 284.96	
Salaires divers	16 383.06	
Frais d'habillement et d'équipement des conducteurs, ouvriers, préposés aux stations et chauffeurs	4 854.00	
Éclairage	2 543.51	
Contributions directes, etc.	1 974.24	
Indemnités diverses, intérêt des cautionnements versés par les employés, etc.	8 891.64	
Dépenses diverses	3 105.50	161 063.30
Convois de nuit et transport des marchandises à domicile :		
Chevaux pour convois de nuit	8 406.72	
Id. pour camionnage	1 917.43	
Droits de commissaire et d'octroi	10 033.34	20 357.49
Total des dépenses d'exploitation		325 189.77

Il a été perçu :	fr.
1° Pour voyageurs	453 358.53
2° Pour marchandises	204 311.39
3° Pour loyers de magasins, etc.	7 219.00
Total des recettes	664 888.92
Total des dépenses à déduire	325 189.77
Reste pour produit brut	339 699.15

TABLEAU N° 7. — *Résultats comparés des années d'exploitation* 1840, 1841 *et* 1842.

	ANNÉE		
	1840.	1841.	1842.
Recettes brutes.	fr. 582 526.30	fr. 585 377.09	fr. 664 888.92
Dépenses.	344 696.32	317 447.11	325 189.77
Rapport des dépenses aux recettes brutes.	59 p. 100	54.23 p. 100	48.90 p. 100
Produit net.	237 829.98	267 929.98	339 699.15
Rapport du produit net au capital d'établissem.	2.78 p. 100	3.12 p. 100	3.89 p. 100
Idem des voyageurs à la recette brute.	»	73.59 p. 100	68.18 p. 100
Idem des marchandises.	»	21 p. 100	30.73 p. 100
Idem des produits divers.	»	6.41 p. 100	1.09 p. 100
Nombre de kilomètres parcourus.	»	kilom. 116 163 90	kilom. 140 214.60
Frais de traction par kilomèt. moyen parcouru.	»	fr. 1.042	fr. 0.835
Frais de combustible par kil. moyen parcouru.	»	0.381	0.327
Rapport du prix du combustible aux frais de traction.	»	36.56 p. 100	39.34 p. 100
Frais d'entretien du chemin rapportés au kilomètre moyen parcouru.	»	fr. 0.135	fr. 0.163
Frais généraux *idem*.	»	1.556	1.315
Prix total de revient d'un kilomètre moyen.	»	2.753	2.313
Rapport des frais de traction au prix du kilomètre moyen.	»	38.16 p. 100	36.10 p. 100
Idem du prix du combustible.	»	13.93 p. 100	14.14 p. 100
Idem des frais d'entretien de la voie.	»	4.94 p. 100	7.04 p. 100
Idem des frais généraux.	»	56.90 p. 100	56.86 p. 100
Frais d'entretien du chemin, rapportés au kilomètre moyen de chemin exécuté.	»	fr. 222.60	fr. 428.09
Frais généraux rapportés au kilomètre moyen du chemin exécuté.	»	2 979.89	2 990.78
Combustible consommé par kilomètre moyen parcouru.	»	»	st. 0 0593
Nombre de voyageurs.	voyag. 251 441	voyag. 211 308	voyag. 205 829
Parcours moyen.	»	kilom. 37 93	kilom. 39.41
Nombre moyen de voyageurs par kilomètre parcouru.	»	voyag. 68	voyag. 58
Tonnage.	tonn. 2 800	tonn. 6 047.20	tonn. 11 348.52

Nota. Il résulte de deux tableaux qui n'ont pu être imprimés à cause de leur étendue :

1° Que du 1er octobre 1841 au 30 septembre 1842, 211 308 voyageurs ont parcouru en moyenne sur le chemin, 37k.93, ou 62.58 pour 100 de la longueur totale qui est de 60k.66, et ont donné un produit de 430 818fr. 07.

2° Que du 1er octobre 1842 au 30 septembre 1843, 205 829 voyageurs ont parcouru en moyenne, 39k.41, ou 65 pour 100 de la longueur totale, et ont donné un produit de 453 358fr..53.

N° 125.

MÉMOIRE

Sur la construction de la vis d'Archimède ;

Par M. DAVAINE, Ingénieur en chef des ponts et chaussées.

La vis d'Archimède est une machine à élever l'eau ; on en connaît trois espèces :

1° Celle que l'on trouve dans tous les cabinets de physique et qui est formée d'un tuyau contourné en hélice ; l'air et l'eau s'y disputent l'espace et la rendent inapplicable ;

2° Celle dont on se sert communément pour les épuisements à bras d'hommes : elle est construite en bois et formée d'éléments normaux à son axe, rampant suivant une ou plusieurs hélices et compris entre deux cylindres, dont l'un sert de noyau et l'autre d'enveloppe à la vis ;

3° La troisième ne diffère de la précédente, qu'en ce que le filet, au lieu d'être adhérent à l'enveloppe, peut tourner indépendamment de celle-ci, qui reste fixe, et dont la partie supérieure est généralement supprimée. Cette vis s'appelle vis hollandaise. Les tourillons de la vis sont déchargés du poids de l'enveloppe ; l'air circule librement entre les filets ; mais ceux-ci frottent contre l'enveloppe et laissent échapper l'eau suivant la ligne de contact.

On adopte la vis hollandaise lorsque l'on a pour moteurs des machines puissantes, soit que la vis ordinaire devienne alors trop pesante, soit que l'air n'y circulant pas toujours librement, l'eau retombe en cascades de spire en spire et trouble complétement le jeu de l'appareil sous une grande vitesse.

La construction de ces vis n'est pas sans quelque difficulté. Le filet, compris entre deux surfaces gauches, ne peut guère être exécuté qu'en bois : il faut beaucoup de temps pour en fabriquer et en assembler les éléments ; le travail est délicat et d'une appréciation difficile. Par les alternatives de sécheresse et d'humidité, auxquelles les vis sont ordinairement exposées, elles se disjoignent, elles perdent l'eau et deviennent flexibles ; la torsion les détruit et consomme en pure perte la force motrice.

D'ailleurs, lorsqu'on applique aux épuisements des moteurs inanimés, il faut connaître d'avance toutes les conditions de l'appareil hydraulique ; si c'est une vis, son produit sous une vitesse donnée. Or, comment déterminer les conditions de l'établissement d'une vis telle que l'on en obtienne un effet donné ? Comment résoudre les questions que soulève le choix de l'inclinaison de la vis, de son pas, du nombre plus ou moins grand de ses filets, de la meilleure génération de leurs faces hélicoïdales, du diamètre du noyau, de celui de l'enveloppe ? Comment calculer le poids de l'appareil, son prix, sa charge, le frottement qu'il occasionne ? Aucun auteur ne résout toutes ces questions ; elles embarrassent le constructeur, qui n'a pas le temps d'en faire une étude approfondie. Ainsi se trouve abandonnée pour des appareils moins parfaits, une ingénieuse machine qui se recommande plus par son nom que par les applications que l'on en fait

Nous allons essayer de lever ces difficultés.

§ 1er. *Considérations géométriques.*

1. Si l'on fait rouler sur un cylindre un plan, sur lequel soient deux lignes droites normales entre elles, chacune d'elles tracera sur le cylindre une hélice à laquelle elle sera tangente, et dans l'espace une surface hélicoïdale.

2. Les deux surfaces ainsi engendrées seront normales l'une à l'autre et au plan roulant, qui les coupera suivant

leurs génératrices. Ces lignes seront pour chaque surface la ligne de plus petite courbure; et si on les limite, d'une part, à leur point de contact avec le cylindre, et, d'autre part, à leur point d'intersection, chacune d'elles sera, pour la surface opposée, le rayon de plus grande courbure, en ce point d'intersection.

3. Ce rayon de plus grande courbure devenant nul quand le point d'intersection des droites, se rapprochant du cylindre, le touche, il s'ensuit que la surface hélicoïdale est normale au cylindre suivant l'hélice de rebroussement qui la met en contact avec lui.

4. La génératrice de la surface hélicoïdale, étant tangente à cette hélice, dont elle parcourt successivement tous les points, en pivotant autour de chacun d'eux, elle peut servir de charnière aux éléments contigus qu'elle décrit, de telle sorte que ces éléments peuvent se rabattre successivement chacun sur le plan de celui qui précède et que la surface hélicoïdale peut se rabattre sur un plan.

5. Dans ce mouvement chaque génératrice de la surface hélicoïdale décrit un segment infiniment petit de surface conique, tangentiellement au cylindre, et son point de contact reste sur la surface du cylindre.

L'hélice de rebroussement se rabat donc suivant une courbe dont le rayon de courbure, en un point donné, est celui de la ligne d'intersection, en ce point, du cylindre avec le plan tangent à la surface hélicoïdale : or ce plan est normal au cylindre, comme nous l'avons dit ci-dessus.

6. Lorsque le cylindre est droit et à base circulaire, ce rayon de courbure devient constant; c'est celui d'une ellipse, au sommet du plus petit de ses deux axes normaux.

7. Soit i l'angle que fait la génératrice de la surface hélicoïdale avec celle de la surface cylindrique, r le rayon de cette dernière surface : le plus petit axe de l'ellipse étant r, le plus grand sera $\frac{r}{\sin. i}$, et le rayon de courbure

à l'extrémité du petit axe sera $\frac{r}{\sin.^2 i}$; tel sera donc aussi le rayon de la circonférence suivant laquelle se rabattra l'hélice de rebroussement. La génératrice de la surface hélicoïdale se rabattra suivant une tangente à cette circonférence.

8. Dans la génération de la surface hélicoïdale, un point quelconque de la génératrice se meut dans un plan normal à l'axe de la vis, et décrit la développante de la circonférence de rayon r. Il résulte de ce qui précède, que cette courbe devient après le rabattement la développante de la circonférence de rayon $\frac{r}{\sin.^2 i}$.

9. Dans le rabattement, le point de la génératrice, qui est à la distance l du point de contact, se placera à une distance $\sqrt{l^2+\frac{r^2}{\sin.^4 i}}$ du centre de la circonférence de rabattement, de telle sorte que si l'on supposait la surface hélicoïdale terminée à une hélice A dont tous les points seraient suivant la génératrice à une distance l du point du contact, la surface tout entière, après son rabattement, serait comprise entre deux circonférences de rayons $\frac{r}{\sin.^2 i}$ et $\sqrt{l^2+\frac{r^2}{\sin.^4 i}}$.

10. Cette surface, avant son rabattement, était comprise entre deux surfaces cylindriques dont l'une a pour rayon r et l'autre $\sqrt{r^2+l^2 \sin.^2 i}$.

11. Le pas p de la surface hélicoïdale a pour expression

$$p=2\pi r\frac{\cos i}{\sin. i},$$

d'où

$$r=\frac{p}{2\pi}\frac{\sin. i}{\cos. i}.$$

12. L'hélice A ayant le même pas que l'hélice de rebrousse-

ment, elle coupe les génératrices de la surface cylindrique, où elle est tracée, sous un angle dont le sinus est à sin. i comme r est à $\sqrt{r^2 + l^2 \sin.^2 i}$.

§ 2. *Construction de la vis.*

13. Les deux surfaces cylindriques, ci-dessus décrites, sont l'une le noyau, l'autre l'enveloppe, et la surface hélicoïdale est le filet, qu'il convient, pensons-nous, d'adopter pour la vis d'Archimède.

14. Aux deux bouts de la vis le filet peut se terminer soit à des génératrices de la surface hélicoïdale, soit à des développantes de cercles normales à l'axe de la vis.

En substituant la développante à la génératrice, on détache à la partie supérieure du filet, une portion qui, reportée à la partie inférieure, le complète exactement; de telle sorte, que la superficie du filet reste la même, soit que l'on adopte pour limites les génératrices ou les développantes. Nous préférons les génératrices, attendu qu'elles rendent l'exécution plus facile et que la portion du filet, qui, à la partie inférieure de la vis, est comprise entre la développante et la première génératrice qui touche l'enveloppe, est inutile au jeu de l'appareil.

15. Ces dispositions permettent d'employer à l'exécution du filet des feuilles métalliques non malléables. Une vis de ce genre, construite en zinc, a été faite comme il suit :

Le noyau était composé de tuyaux emboîtés les uns dans les autres et soudés ensemble à joints croisés. Sur ce noyau était soudé, suivant l'hélice de rebroussement, un onglet replié à angle droit. A cet onglet était soudée la surface hélicoïdale. Sur les deux faces de celle-ci, le long du bord opposé à l'hélice de rebroussement, étaient soudés deux onglets également repliés à angles droits.

Sur ces onglets étaient soudées des feuilles de zinc rampant en hélice et formant l'enveloppe.

Pour plus de solidité on pourrait en outre souder à l'extérieur un ruban le long du joint en hélice de l'enveloppe.

16. Si l'on préfère le bois, on peut prendre, pour les joints des éléments, des plans tangents au noyau de la vis; ils sont normaux à la surface hélicoïdale (2), et, si le filet est compris entre deux surfaces hélicoïdales parallèles, les faces des joints deviennent des parallélogrammes, dont le grand côté est une certaine portion l de la génératrice de l'une des surfaces hélicoïdales, et le petit côté une quantité a, qui mesure, suivant la génératrice du noyau, la distance de ces deux surfaces.

L'épaisseur du filet est $a \sin. i$.

Ces éléments peuvent être assez facilement travaillés dans le fil du bois; si l'on voulait les construire avec une grande précision, il faudrait observer qu'outre les deux plans de joints et les deux faces hélicoïdales, il ont deux autres faces appliquées, l'une sur le noyau, l'autre sur l'enveloppe; que chacune de ces deux dernières a pour arêtes quatre lignes, dont deux hélices et deux droites parallèles entre elles, et que celle de ces faces qui coïncide avec la surface du noyau étant tangente aux deux plans de joints de l'élément avec les éléments voisins, elle forme avec l'un de ces plans un onglet d'une exécution difficile.

Mais la précision est ici sans utilité, comme on le verra plus tard, et l'on peut, à la varlope, pousser les deux plans de joints jusqu'à la rencontre l'un de l'autre et remplir ensuite, contre le noyau, le vide laissé par l'onglet abattu, ou substituer au noyau un prisme dont les faces coïncident avec les plans de joints. Quant à la face qui touche l'enveloppe, si elle n'est pas très-allongée, c'est-à-dire si l'élément n'est pas trop large, il sera plus commode, dans la pratique, de substituer aux hélices des arcs de cercle. Nous avons vu ci-dessus que ces arcs devaient avoir pour

rayon $\sqrt{l^2+\frac{r^2}{\sin.^4 i}}$, (9), et que leur centre doit être sur une normale au plan de joint, menée par son point de contact avec le noyau et à une distance de ce plan donnée par $\frac{r}{\sin.^2 i}$, (7) ; l'angle que fait cet arc de cercle avec la génératrice de la surface cylindrique de l'enveloppe, ou si l'on veut, avec le plan de joint a, comme on l'a vu ci-dessus pour le sinus $\sqrt{\frac{r}{r^2+l^2\sin.^2 i}}\sin.i$, (12).

17. Les expressions algébriques, que nous avons données ci-dessus pour les différents éléments du tracé, n'arrêteront pas les ouvriers; elles donnent lieu à des constructions très-simples.

Soient dans la *fig.* 23, Pl. 79 :

Rectangles; les angles KAE, ABC, ACD, AEF, AH'G, ANM, ANO.

Angle KAE $= i$, angle sous lequel l'hélice de rebroussement coupe les génératrices du noyau.

AH = AH'.

KE parallèle à HB.

EL = KE.

AB $= r$, rayon du noyau de la vis.

AE $= 2\pi r$.

AG $= l$, longueur de l'élément de la surface hélicoïdale.

AG' = AG.

On aura :

$$AC = \frac{r}{\sin.i}.$$

$AD = \frac{r}{\sin^2.i}$, rayon de la circonférence suivant laquelle se rabat l'hélice de rebroussement, quand on développe la surface hélicoïdale sur un plan, (8).

$EF = 2\pi r \frac{\cos. i}{\sin. i}$, pas de la vis, (11).

AF, longueur du joint du filet avec le noyau.

$HB = \sqrt{r^2 + l^2 \sin.^2 i}$, rayon R de l'enveloppe de la vis, (10).

$KE = 2\pi R$.

Angle $LFE = i'$, angle sous lequel le filet coupe les génératrices de l'enveloppe.

FL, longueur du joint du filet avec l'enveloppe.

$DG' = \sqrt{l^2 + \frac{r^2}{\sin.^4 i}}$, rayon de la circonférence suivant laquelle se rabat l'hélice d'intersection du filet avec l'enveloppe, quand on développe le filet sur un plan, (9).

Dans le cas d'une vis en bois :

AM étant, suivant la génératrice du noyau, la distance des deux surfaces hélicoïdales du filet;

MN est l'épaisseur du filet,

AO est la distance des deux développantes du cercle qui limitent la section faite dans le filet par un plan normal à l'axe de la vis.

18. Si l'on termine la vis par deux plans normaux à son axe, il conviendra de donner au filet une armature en fer à chaque extrémité ; la ligne AO donne la largeur de cette armature. Si le filet se termine à deux génératrices, l'armature est plus simple, puisqu'elle devient rectiligne ; sa largeur est alors égale à MN.

19. Pour compléter ces données géométriques nous ajouterons les suivantes :

Soit L la longueur de l'enveloppe, n le nombre des spires de la vis,

on a :

$$L = n.2\pi r \frac{\cos. i}{\sin. i}; \text{ ou } n = \frac{L}{2\pi r \frac{\cos. i}{\sin. i}}.$$

20. L'hélice de rebroussement a pour longueur totale $\frac{n2\pi r}{\sin. i}$.

21. Cette longueur est celle de la somme des circonférences de rayon $\frac{r}{\sin.^2 i}$, suivant lesquelles se place cette hélice dans le rabattement de la surface hélicoïdale.

La circonférence de rayon $\frac{r}{\sin.^2 i}$ est $\frac{2\pi r}{\sin.^2 i}$.

Le nombre des révolutions que fera la surface hélicoïdale après son rabattement sera donc :

$$\frac{\frac{n2\pi r}{\sin. i}}{\frac{2\pi r}{\sin.^2 i}}, \qquad \text{ou } n, \sin. i.$$

22. A chaque révolution la surface hélicoïdale ainsi rabattue occupe une superficie de, (9) :

$$\pi\left(l^2 + \frac{r^2}{\sin.^4 i}\right) - \pi\frac{r^2}{\sin.^4 i} = \pi l^2.$$

La surface totale du filet sera donc : $n \sin. i\pi l^2$.

Et comme on a : $R^2 = r^2 + l^2 \sin.^2 i$, (10) ;

D'où $l^2 = \frac{R^2 - r^2}{\sin.^2 i}$;

On trouve pour la surface du filet $n\frac{\pi(R^2 - r^2)}{\sin. i}$.

23. La surface du noyau est :

$$n2\pi r.2\pi r\frac{\cos. i}{\sin. i} = n\frac{\cos. i}{\sin. i}(2\pi r)^2.$$

24. Celle de l'enveloppe :

$$n2\pi R.2\pi r\frac{\cos. i}{\sin. i} = n\frac{\cos. i}{\sin. i}2\pi R.2\pi r.$$

25. Enfin la longueur de la trace du filet sur l'enveloppe est $n2\pi\sqrt{R^2+r^2\frac{\cos.^2 i}{\sin.^2 i}}$.

Au moyen de ces formules on estimera facilement le poids et le prix de la vis.

§ 3. *Discussion.*

26. On appelle espace hydrophore, dans la vis d'Archimède, la portion du volume de chaque spire qui est occupée par l'eau.

27. Si l'on imagine une surface cylindrique circulaire, concentrique à la vis et comprise entre le noyau et l'enveloppe, elle donnera, dans l'espace hydrophore, une certaine section; et une série de surfaces concentriques très-rapprochées, divisant en parties d'égale épaisseur l'espace compris entre le noyau et l'enveloppe, diviseront l'espace hydrophore en éléments compris chacun entre deux sections de la forme de celle dont il vient d'être parlé.

La somme des éléments multipliée par leur épaisseur, c'est-à-dire par la différence des rayons des surfaces cylindriques qui les déterminent, sera le volume de l'espace hydrophore.

Le nombre et l'épaisseur des éléments restant les mêmes, l'espace hydrophore sera un maximum quand chaque élément sera devenu un maximum.

28. Chaque section a pour limites, d'une part la surface hélicoïdale supérieure du filet de la vis, c'est-à-dire une hélice de même pas que la vis, et d'autre part le niveau de l'eau, c'est-à-dire l'ellipse d'intersection de la surface cylindrique avec un plan horizontal.

Or toutes les hélices de même pas que la vis, tracées sur la surface cylindrique sécante, sont égales et parallèles.

Il en est de même de toutes les hélices horizontales si l'inclinaison de la vis reste constante.

Donc, cette dernière condition observée, une modifica-

tion quelconque dans la forme de la génératrice du filet de la vis n'aura d'autre effet, sur chaque élément, que de changer la position relative des deux courbes qui le limitent en les faisant mouvoir chacune parallèlement à elle-même.

29. Admettons la génération rappelée au n° 13.

Supposons que l'axe de la vis fasse, avec l'horizon, un angle *i* égal à celui sous lequel l'hélice de rebroussement coupe les génératrices du noyau.

30. L'un des deux plans verticaux, que l'on pourra mener tangentiellement au noyau, coupera normalement la surface hélicoïdale, suivant sa génératrice, au point où elle est horizontale, et le plan tangent à la surface hélicoïdale, suivant cette génératrice, sera horizontal. Ce plan sera celui du niveau de l'eau dans la spire à laquelle il appartiendra. Toute surface qui le coupera en même temps que la surface hélicoïdale donnera deux courbes d'intersection tangentes entre elles.

Lors donc que l'axe de la vis fera avec l'horizon le même angle que fait la génératrice du noyau avec l'hélice de rebroussement, les sections obtenues dans l'espace hydrophore par des surfaces cylindriques à base circulaire concentriques à la vis, auront pour limites une hélice et une ellipse tangentes entre elles.

Si l'on conserve l'inclinaison de la vis et son pas, que l'on transforme la génératrice de la surface hélicoïdale, on n'aura opéré dans chaque élément d'autre changement que de faire mouvoir parallèlement à elles-mêmes les deux courbes qui terminent cet élément; et dans aucun cas on n'aura pu lui conserver une section aussi grande.

La génération que nous avons indiquée est donc celle qui donne l'espace hydrophore maximum quand l'inclinaison et le pas de la vis sont donnés (*).

(*) *Voir* la note à la fin.

31. Dans la disposition décrite au n° 29, la génératrice étant à la limite de l'espace hydrophore, quand elle devient horizontale, d'un côté de cette ligne la surface hélicoïdale est dans l'air, et de l'autre elle plonge dans l'eau; mais au point où elle touche le noyau, elle se relève immédiatement avec l'hélice de rebroussement qui n'a que ce point de commun avec l'espace hydrophore.

Il résulte de là que le long du noyau l'air circule librement dans toute la longueur de la vis, dans le vide laissé d'une surface héliçoïdale à la suivante.

Ainsi à partir du niveau du bassin inférieur, tout espace hydrophore communiquera avec l'air extérieur à quelque profondeur que plonge la vis et quel que soit le diamètre de son enveloppe, c'est-à-dire soit ou non que les espaces hydrophores se pénètrent, la face hélicoïdale de l'un plongeant au-dessous du niveau de l'eau dans l'espace inférieur.

32. Sans doute il n'est pas absolument nécessaire à la libre circulation de l'air que la vis soit construite et employée comme il vient d'être dit, mais il y a des limites dont il ne faut pas sortir.

33. Si l'on cessait d'employer la vis dans sa situation normale, que son axe fît avec l'horizon un angle moindre que celui de ses génératrices avec l'hélice de rebroussement, au lieu d'une génératrice horizontale dans chaque spire, il y en aurait deux. Elles s'écarteraient d'autant plus l'une de l'autre que l'axe de la vis se rapprocherait plus de l'horizon et lorsque la plus basse des deux serait au niveau de celle qui est la plus élevée dans la spire inférieure, l'air cesserait de circuler librement autour du noyau de la vis.

34. Cette limite suppose que le filet n'a point d'épaisseur. Elle diminue quand cette épaisseur est telle que l'on doive la prendre en considération, au surplus il est facile de l'obtenir par une construction graphique.

Faites passer par l'axe de la vis un plan vertical, projetez-

y l'hélice de rebroussement de chacune des deux faces hélicoïdales du filet. La droite qui touche à la fois l'hélice de la face inférieure d'une spire et celle de la face supérieure de la spire suivante, devient horizontale à la limite.

35. Ce que nous venons de dire suppose encore que le noyau est plein et que l'eau peut être retenue dans l'espace hydrophore aussi bien par la surface du noyau que par celle du filet; mais si le noyau était supprimé, l'eau baisserait immédiatement dans l'espace hydrophore de toute la hauteur qui sépare, dans la projection précédente, les deux tangentes horizontales de la même spire. Comme, en redressant la vis, ces deux tangentes horizontales se rapprochent et qu'elles se confondent au point que nous avons considéré comme l'inclinaison normale de la vis, il s'ensuit qu'alors il est indifférent pour le volume obtenu que le noyau existe ou qu'il soit supprimé.

36. Le noyau ne pourrait être plus petit que celui que nous avons indiqué ci-dessus sans cesser d'être en contact avec la surface hélicoïdale, mais il pourrait être plus grand.

Dans la position normale de la vis la surface hélicoïdale du filet restant la même, une légère augmentation dans le diamètre du noyau diminuerait peu l'espace hydrophore, dont il n'occuperait que les éléments les moins volumineux, mais il diminuerait beaucoup l'espace occupé par l'air. Cet espace a pour limites la face inférieure du filet et le niveau de l'eau.

Sur la face inférieure du filet, l'on peut imaginer les hélices d'intersection qu'y tracent des surfaces cylindriques circulaires concentriques à la vis.

Toutes ces hélices sont du même pas; toutes ont, comme nous l'avons vu, une tangente commune horizontale dans l'un des deux plans verticaux tangents au cylindre où est tracée l'hélice de rebroussement : celle-ci, en atteignant la tangente commune, la touche et passe au-dessus; les autres au contraire s'abaissent au-dessous et vont la couper plus

loin; celle qui, dans ce trajet, vient toucher la surface de l'eau de la spire inférieure, est sur le cylindre qui le premier intercepte la libre circulation de l'air et que l'on doit considérer comme la limite du noyau.

37. Quand la vis est plus inclinée, la limite du noyau diminue jusqu'à ce que l'inclinaison soit telle que le cylindre même où est tracée l'arête de rebroussement serve de limite.

38. Le noyau étant donné, la limite de l'inclinaison au delà de laquelle il ne convient plus que la vis fonctionne, s'obtient par le même procédé graphique que nous avons indiqué ci-dessus (34) dans le cas du noyau minimum, celui qui porte l'hélice de rebroussement.

39. L'inclinaison i, et le pas p, de la vis étant donnés, il résulte du n° 30 qu'aucune génération du filet ne donne un volume hydrophore aussi grand que celle que nous avons proposée en l'appliquant comme il est dit au n° 29.

Il résulte du n° 31, que le jeu de l'appareil ne peut alors être troublé par la pression atmosphérique, et des numéros suivants qu'il convient de prendre pour le rayon du noyau la valeur que l'on déduit du n° 11, et que l'on peut obtenir par une construction graphique indiquée au n° 17.

40. Observons que si nous appelons H la hauteur de la vis, $2\pi r \frac{\cos.i}{\sin.i}.\sin.i$, ou $2\pi r\cos.i$ étant la hauteur du pas, le nombre n des spires sera $\frac{H}{2\pi r\cos.i}$, et comme la surface du filet est pour une spire $\frac{\pi(R^2-r^2)}{\sin.i}$, (n° 22), il s'ensuit que la surface totale du filet aura pour expression :

$$\frac{\pi(R^2-r^2)H}{\sin.i\,.\,2\pi r\cos.i}, \qquad \text{ou} \quad \frac{(R^2-r^2)H}{2r\sin.i\cos.i}.$$

Le dénominateur étant au maximum quand $\sin.i=\cos.i$, la surface du filet d'une vis destinée à élever l'eau à une

hauteur donnée, sera au minimum quand on prendra pour i, l'inclinaison de 45 degrés.

NOTE.

Dans les nos 28 et 30, on n'examine point le cas fort ordinaire où les espaces hydrophores se pénètrent, c'est-à-dire où la face inférieure du filet d'une spire pénètre dans l'espace hydrophore de la spire qui est immédiatement au-dessous.

Mais on l'a fait ainsi pour éviter un surcroît de complication. Il sera facile, avec un peu de réflexion, de reconnaître que la démonstration s'applique à tous les cas.

Au surplus, on peut la rendre frappante, il suffit de développer sur un plan la surface cylindrique sécante. Cette opération ne change point la superficie de l'élément hydrophore, bien qu'elle modifie entièrement la forme des courbes qui le terminent.

L'hélice devient une droite et l'ellipse une sinusoïde.

L'inclinaison de la droite sur les éléments de la surface cylindrique dépend du pas de la vis : elle est constante quand le pas est constant

La forme de la sinusoïde dépend de l'inclinaison de la vis et elle est invariable quand cette inclinaison est constante.

Donc si l'on modifie la génération de la vis en conservant son pas et son inclinaison, on ne fait que transporter parallèlement à elles-mêmes, sur la surface cylindrique développée, chacune des deux lignes qui limitent l'élément hydrophore.

Mais dans aucune position, ces deux lignes ne donnent un élément plus grand que quand elles se touchent, Pl. 79, *fig.* 24.

De même lorsqu'il y a pénétration des espaces hydrophores, la zone comprise entre les deux droites parallèles que donnent sur la surface cylindrique développée, les filets de la vis, est coupée par une sinusoïde, que donne le niveau de l'eau, de manière à fournir un élément maximum quand la sinusoïde touche l'une des droites, *fig.* 25.

N° 126.

Exposé d'un nouveau système de jonction des waggons composant les convois sur les chemins de fer;

Par M. P. SIEBER, ingénieur-mécanicien.

1° SYSTÈME D'ATTACHE DES WAGGONS.

Considérations générales. — Le système actuel de jonction des waggons composant les convois sur les chemins de fer, c'est-à-dire le mode d'attelage, nous paraît susceptible de grandes améliorations. Maintenant les waggons sont reliés au moyen de chaînes d'attache ou de crochets à vis de rappel fixées aux entretoises extrêmes des cadres, de sorte que les waggons font l'office de chaînons dans la chaîne qu'on appelle convoi. Il en résulte que, selon son éloignement de la locomotive, chaque waggon ou voiture, doit supporter une fraction plus ou moins considérable de l'effort qu'elle exerce pour vaincre la résistance générale du convoi ; de là cette roideur dans la marche et ces vibrations rigides, qui rendent le voyage par chemin de fer, insupportable à beaucoup de personnes.

La solidité du train, et le parcours facile des courbes, exigent que les roues soient le plus rapprochées possible; ce principe, fort juste d'ailleurs, a conduit à placer sur des roues rapprochées, des caisses de voitures dont la longueur dépasse de beaucoup celle du train des roues ; mais cette disposition a de grands inconvénients.

L'intérêt des exploitants est sans doute de pouvoir transporter sur deux paires de roues, le plus grand nombre de passagers, car l'usure des roues et du train est la même,

soit que la voiture transporte 24 ou 36 passagers ; mais si l'usure est la même, les dimensions de la caisse pour 24 passagers ne sauraient convenir pour 36 ; il faut donc allonger les caisses ; mais par ce fait, et par le mode actuel de jonction, les voitures sont exposées à des inconvénients très-graves.

Ainsi, par exemple, dans les courbes, la longueur excessive des châssis détruit non-seulement l'avantage qu'on peut attendre des roues rapprochées, mais à cause du point d'attache à leur extrémité, provoque une certaine divergence à l'effort de traction, par conséquent un frottement considérable entre les rebords des roues et la joue intérieure du rail. Aux changements de voie, où le convoi décrit un polygone dont l'angle est plus aigu que dans les courbes ordinaires, agissant pour ainsi dire en sens latéral à l'extrémité de la caisse, l'effort de traction peut être comparé à l'effort d'un bras de levier dont le rebord de la roue serait le point d'appui. En effet, lorsque les premières roues d'un waggon s'engagent dans les aiguilles, comme si le châssis pivotait sur son centre, le point de jonction de l'extrémité postérieure, prend une position qui s'écarte de la ligne des rails, et entraîne la partie antérieure du waggon suivant dans le sens opposé à la courbe. En définitive, c'est une forte puissance ajoutée à la force centrifuge du convoi, qui, outre une très-grande résistance, provoque une notable usure des roues et des rails, et souvent même le déraillement.

Jonction par le centre et nœud élastique.— Afin d'obvier aux inconvénients susmentionnés et d'admettre des châssis et des caisses de voiture aussi allongés que l'intérêt de l'exploitation pourrait l'exiger, sans provoquer la divergence du point d'attache que l'on vient de signaler, nous avons proposé de joindre et de tirer les waggons par leur centre de gravité. Dans ce système, pour que la traction exercée par la locomotive puisse atteindre le dernier

waggon du convoi, comme ceux intermédiaires, et aussi pour que ces derniers ne soient plus exposés à servir de chaînons, l'attache se ferait sur un nœud élastique, qui est représenté, Pl. 81, *fig.* 6.

Un pivot central *c*, solidement fixé au milieu du train des roues, est embrassé par les deux parties A, B du nœud élastique; deux barres, ou tiges d'attelage tenant au nœud, dépassent chaque extrémité de la caisse, quelle que soit sa longueur, pour aller se joindre aux barres de jonction des autres waggons, *fig.* 1 et 2.

Lorsque l'on compose un convoi par ce système, tous les buttoirs sont amenés en contact les uns contre les autres, mais sans leur faire éprouver une grande pression. Après que l'extrémité de l'ouverture oblongue du nœud est placée en contact avec le pivot central, on joint les deux barres d'attache *a* et *b* en introduisant la partie extrême de la barre *a* dans la pièce mobile *g* qui joue entre les branches de l'étrier *h* fixé en articulation à l'extrémité de la tige *b*. L'extrémité de la tige *a* reçoit une clavette dans celle des petites mortaises la plus rapprochée de la pièce *g* en dedans de l'étrier. La clavette est armée d'un ressort à crochet qui sert à la retenir à sa place pendant la marche, il suffit cependant d'une légère pression avec le doigt sur le ressort pour qu'il fléchisse, afin qu'on puisse la sortir à volonté.

Quel que soit d'ailleurs le mode d'assemblage des tiges de traction, il n'exclurait point les chaînes de sûreté.

Transmission de la puissance de traction. — Supposons maintenant que la tige de traction *a*, *fig.* 1 et 2, tient à la puissance motrice, et la tige *b* à la résistance; les nœuds du convoi étant en contact avec les pivots, le premier mouvement imprimé par la puissance, se transmettra de la première partie A du nœud, à la seconde partie B, au moyen des bras *d* et des ressorts *f* qui y sont reliés par les quatre tirants *e*; cette seconde partie devient *à son tour* la

puissance de traction du waggon suivant, et comme on le voit par le nœud de la *fig.* 1, la même transmission se succède ainsi jusqu'au dernier nœud du convoi sans qu'aucun waggon ait à souffrir aucun effort, puisque tout l'effort est supporté par les barres d'attache et par les nœuds.

Du mouvement de lacet. — Dans ce système, deux moyens sont propres à prévenir la divergence, ou le mouvement de *lacet* qui proviendrait d'une trop grande liberté aux deux extrémités des voitures; le premier consiste à introduire au-dessus du centre des roues, ainsi qu'on le voit dans les *fig.* 1, 2, 3, une traverse *i* dont les deux extrémités arrondies jouent librement dans deux boîtes en fonte *k* fixées au châssis. Entre les boîtes et les embases de la traverse, sont placés deux ressorts à boudin *l*, assez résistants d'ailleurs pour guider le châssis selon la direction de la tige d'attelage. La barre *a* occupe la cavité *z* ménagée au milieu de la traverse, *fig.* 3, dans laquelle sans avoir trop de jeu, elle doit être assez dégagée en tous sens pour qu'elle puisse prendre, au besoin, la position diagonale comme dans la *fig.* 1. Dans cette figure, on a représenté le plan d'un train de voiture dans un changement de voie; on peut y remarquer qu'indépendamment de la tige *b* attenante au même nœud, la tige de traction *a*, sortie de la ligne du milieu du châssis, réagit sur celui-ci et sur la roue, en comprimant le ressort *l* du côté de la courbe, sans influer par cet effort ni sur l'autre paire de roues du même train, ni sur le waggon qui précède.

On sait que la force centrifuge du convoi (lorsqu'il sort de la ligne droite), est une cause nuisible à l'entrée des aiguilles, surtout lorsque le convoi marche à une certaine vitesse; par notre système la pression de la tige sur le ressort au-dessus de la roue qui doit entrer la première dans les aiguilles, neutralise l'effet contraire, et évite le choc qui en dérive, et qui par le système en usage se re-

produit sur chaque paire de roues, de la première à la dernière du convoi.

Le second moyen, applicable surtout aux waggons proprement dits et aux plates-formes, attendu sa simplicité, consiste à fixer le pivot central un peu en avant du centre de gravité, par exemple, à 7/10 de l'éloignement des roues.

L'expérience démontre, que jamais un waggon abandonné à lui-même sur un chemin en pente, chargé ou non chargé, ne sort des rails, quelle que soit la vitesse avec laquelle il marche. Si aucune perturbation étrangère ne le dérange, il passe les aiguilles, surmonte les imperfections de la voie sans dérailler ni trop se secouer pendant sa marche précipitée; mais si au contraire, il s'échappe deux ou trois waggons joints ensemble, le déraílement et le renversement ne manquent jamais d'arriver : les waggons n'étant pas libres, se communiquent leurs secousses, se gênent réciproquement au point que l'agitation toujours croissante provoque finalement le déraílement; des exemples de ce genre ont eu lieu ainsi de Saint-Chamond à Rive-de-Gier, sur le chemin de Lyon à Saint-Étienne.

Partant de ce principe, on peut établir, que, moins l'on gênera la liberté des roues, moins le frottement et la résistance seront sensibles, et que l'on fera disparaître quelques-uns de ces cas de déraílement, qui ne doivent certainement pas toujours être qualifiés d'accidents, mais qui n'en sont pas moins des causes de frayeur pour le public, car c'est à la réaction que l'on doit la sortie des rails en général.

Par l'examen que l'on vient de faire du nouveau système de jonction, on peut résumer qu'il diffère essentiellement du système en usage. Aujourd'hui, en composant les convois on est obligé non-seulement d'amener les buttoirs en contact les uns contre les autres, mais de les comprimer autant que possible : la régularité de la marche

et la sûreté du convoi en dépendent. Selon nous, il semblerait au contraire, que le contact très-fort entre les buttoirs tend à rendre le convoi moins flexible dans les courbes, et, ainsi qu'on l'a signalé au commencement, favorise la transmission des chocs.

Si, au contraire, les secousses partielles étaient absorbées dès leur origine, ou qu'elles ne pussent pas se propager par l'intermédiaire des buttoirs comme dans le système que l'on propose, il est évident, disons-nous, que chaque waggon n'aurait à supporter que les secousses qui lui sont propres et selon que la voie et le matériel roulant se trouveraient en bon état, il y aurait de grands intervalles pendant lesquels la marche serait très-douce et plus régulière que pendant les moments les plus favorables du système actuel.

Les voitures étant guidées en sens latéral, ainsi qu'on l'a vu, par des barres presque rigides, on peut être certain que le mouvement de *lacet* sera nul, car enfin en donnant moins de flexibilité aux ressorts de la traverse, on peut évidemment empêcher jusqu'à la plus petite divergence. Une surveillance attentive sur le degré d'élasticité des ressorts, permettra d'obtenir pour état normal le bien aller du convoi.

Des déraillements. — Un autre inconvénient très-grave du système en usage, et qui se présente assez souvent, est que le déraillement d'un waggon, attendu la pression des buttoirs, provoque généralement celui du waggon qui le précède et de ceux qui le suivent; dans quelques cas il arrive que deux ou trois waggons déraillés, suivent la direction des rails assez longtemps pour que l'on parvienne à arrêter le convoi, mais on conviendra que ces cas heureux ne peuvent avoir lieu qu'autant que les waggons sont moins pressés l'un contre l'autre, ou que la divergence même, provoquée par la sortie des rails des waggons, a dégagé quelques buttoirs; dès lors, leurs extrémités étant plus libres, ils pourront suivre les rails, et le danger

sera moins grand. Si les buttoirs ne se dégagent pas, il faut nécessairement que quelque partie du waggon se brise, ou que la plupart des waggons sortent des rails, car c'est la réaction qui provoque la sortie des rails des waggons et de la locomotive.

Par le nouveau système, dans ce cas de déraillement d'un waggon qui continue à faire partie du convoi, ce waggon ne saurait ni trop s'écarter de la ligne des rails, puisqu'il est retenu par les barres d'attelage et par la traverse *i*, ni exercer d'influence sur les autres waggons du convoi, puisque la jonction des barres n'est pas obligée à leurs extrémités.

Effet des chocs. — Quant aux chocs partiels produits par les abouts des rails ou toute autre cause, ils sont immédiatement absorbés par le nœud élastique du waggon secoué ; en supposant que le convoi marche dans le sens de la flèche, et qu'une des premières roues du waggon, *fig.* 1, subisse une secousse, elle passe de la roue au pivot central *c*, qui réagit sur la partie A du nœud élastique, et celle-ci par la liaison qui subsiste, la partage entre les deux parties B et B', dont B', *fig.* 2, n'a aucune influence directe sur le pivot central de ce waggon, en sorte qu'à moins que la secousse ne soit très-forte, elle est absorbée par la flexion de trois ou quatre ressorts; dans le cas contraire, pour les secousses extraordinaires il y a le concours de tous les nœuds du convoi dont la souplesse est certainement plus grande que celle que l'on obtient actuellement par les ressorts des buttoirs, dont la condition essentielle est d'être extrêmement comprimés.

Ce système de jonction propre pour tous les chemins de fer à locomotives ou atmosphériques offre en outre les avantages suivants :

1° Diminution sensible d'usure des roues et des rails ;

2° Diminution de résistance, et plus grande facilité aux changements de voie ;

3° Moins de dérangement de la voie elle-même, et moins de chances de déraîlement.

Dépense d'application. — Quant à la dépense pour son application, nous sommes convaincu qu'elle égalera tout au plus celle exigée par le système actuel ; dans le système en usage, chaque voiture ou waggon, employé ou non, doit être pourvu de tout ce qui a rapport à son attelage ; ainsi, il est d'ordinaire pourvu de deux grands ressorts, quatre buttoirs, deux barres d'attelage, etc. Dans le nouveau système, les waggons proprement dits, en remise, n'auront de fixé au châssis que la disposition pour recevoir le pivot central comme elle est indiquée en C, *fig.* 5. Les voitures, outre cette disposition, seront pourvues de la traverse à ressorts, car les nœuds élastiques, les pivots centraux et les buttoirs sont mobiles et peuvent s'appliquer avec beaucoup de facilité à tous les trains, à condition cependant, que les châssis soient construits à peu près sur un seul modèle, quelle que soit d'ailleurs la forme que l'on préférerait.

Suppression de la forme à boudin des roues des voitures. — L'application de ce système permettra de pouvoir supprimer la forme conique des bandes des roues des waggons. Cette forme, reconnue fort utile en ce qu'elle contribue à maintenir les waggons au milieu des rails, deviendrait inutile, et même gênante dans le nouveau système. Rien ne sera plus facile d'ailleurs d'expérimenter cette circonstance dont le résultat ne peut certainement pas donner lieu à des conséquences fâcheuses sous quelque rapport qu'on le considère, car même dans le système en usage, la condition des bandes coniques ne paraît se rattacher à aucun principe de sûreté pour le convoi. Nous sommes d'avis que si la forme conique n'est pas la cause directe qui provoque le mouvement de *lacet*, elle le favorise du moins : car les roues appelées à changer pour ainsi dire de diamètre à la moindre diver-

gence du waggon, doivent nécessairement provoquer une continuelle déviation en sens latéral, ou, ce qui est certain, une grande réaction, sans compter que si la charge du waggon n'est pas distribuée assez également sur les quatre roues, attendu la forme conique des roues, il est impossible que le waggon puisse suivre une ligne droite sans perturbations.

2° ACTION DES BUTTOIRS SUR LES FREINS.

Considérations générales. — Considérant que dans plusieurs cas d'accidents la vigilance des conducteurs chargés de régler les freins a fait défaut, et qu'il y a des circonstances où le mécanicien conducteur pourrait prévenir bien des malheurs s'il avait à sa disposition tous les freins du convoi, et si les convois en étaient plus abondamment pourvus; nous proposons d'utiliser les chocs des buttoirs pour les faire agir directement sur les freins dont chaque voiture et chaque waggon de voyageurs devraient être pourvus.

Dans la supposition d'une rencontre, ou d'après des signaux quelquefois tardifs des gardes, le mécanicien se voit obligé d'arrêter le convoi le plus promptement possible. A cet effet il supprime la vapeur, et serre les freins du tender; les conducteurs avertis à leur tour s'efforcent de serrer les freins dont ils disposent, mais pendant ces opérations, selon la célérité avec laquelle le convoi marchait, il se passe du temps, et ce n'est qu'au bout de 400 à 500 mètres qu'on parvient à l'arrêter. On comprend que la suppression de la vapeur ne produit quelque ralentissement, que lorsque les freins du convoi sont serrés; or, si les conducteurs n'agissent pas avec la même promptitude que le mécanicien, la rapidité du convoi prolonge la durée de la marche.

Par le système proposé, il suffit que la locomotive ralentisse sa vitesse, pour que l'impétuosité même des

waggons provoque des chocs entre eux ; ces chocs agissant directement sur les freins, selon leur nombre, la somme de friction qui en résulte, contribue à arrêter plus promptement le convoi indépendamment des conducteurs. De même, en cas de déraillement de la locomotive, sa marche se ralentit dès le moment qu'elle laboure le sol : (évidemment si elle n'était pas poussée par le convoi, avec son seul poids, elle n'irait jamais bien loin sur un terrain mouvant ; par conséquent, les waggons arrivant successivement l'un contre l'autre, réagiraient sur eux-mêmes par leurs freins, et le progrès du mal cesserait.

Sur les chemins en pente, en parcourant les descentes, la simple pression des waggons selon leur gravité et l'inclinaison du chemin, peuvent produire sur les freins un tel degré de frottement qu'il rende superflue toute espèce d'intervention des conducteurs. En résumé, en réglant la marche de la locomotive, on peut dire que le mécanicien pourrait régler tout le convoi.

Ce système devient en outre puissamment utile en cas d'accidents, car alors, conducteurs et mécaniciens éprouvent un tel bouleversement d'esprit qu'ils ne songent souvent qu'à leur conservation. On a plusieurs exemples qu'en cas de rencontre ou en d'autres circonstances les mécaniciens, après avoir supprimé la vapeur et changé la marche, ont sauté à bas de la locomotive, que les conducteurs à leur tour ont oublié l'existence des freins et même du convoi sans qu'on puisse les rendre réellement responsables de cet oubli de leur devoir.

Arrangement mécanique. — L'arrangement que l'on remarque dans les *fig.* 1, 2, 3 et 4, et surtout dans la *fig.* 4, représente la disposition des buttoirs agissant sur les freins.

Un arbre transversal aux waggons porte quatre bras, dont deux tiennent aux freins et deux aux buttoirs ; ainsi les bras *p*, joints aux tiges *nn'* qui communiquent aux

buttoirs, répondent à la pression de ces derniers et communiquent aux bras *s* leur puissance qui, au moyen des tirants *y*, se reproduit en pression sur les freins. On remarque dans la même figure que la tige de pression *n'* passe sous la boîte *k*, et que son extrémité *o* présente un renfort à plan incliné, disposition dont nous verrons ci-après l'usage. Les buttoirs sont maintenus dans leur position normale par les ressorts à boudin *m*. La moindre pression sur ces derniers, peut se communiquer aux freins. En allongeant, ou en raccourcissant les tirants *y* au moyen des petits manchons à vis de rappel, on peut obtenir plus ou moins de pression sur les freins et même l'inaction totale de ces derniers sur la circonférence des roues malgré la pression des buttoirs dans les cas où au lieu de remorquer, la locomotive pousserait le convoi ; deux contre-écrous *r*, l'un de chaque côté du petit manchon, fixent celui-ci dans la position voulue, afin que pendant la marche le tremblement ne puisse changer sa position.

Contre-marches. — Pour les cas assez ordinaires de contre-marche imprévue, nous plaçons sur l'axe des deux premières roues deux manchons *q* en fonte ou en fer forgé, fixés avec des vis sans entamer l'axe, *fig*. 3 et 4. Au milieu des manchons il y a une rainure, au fond de laquelle on remarque une roue à rochet tenant au manchon. La partie *n* de la tige de pression jointe à bout uni en *o* porte un bras *v* qui se dirige diagonalement vers le manchon, et dont l'extrémité armée d'un cliquet *u* va s'ajuster au besoin dans la rainure sur la roue à rochet. La position qu'il occupe dans la *fig*. 4, est celle qui lui est propre lorsque le buttoir n'est pas comprimé et que le waggon n'est pas chargé ; il est d'ailleurs facile de comprendre le changement de position du cliquet lorsque le buttoir est comprimé et le waggon chargé. Tout le temps que, malgré l'action des freins et la pression des buttoirs, durera la marche progressive du waggon, le cliquet restera sans

influence et jouera librement dans la rainure du manchon ; mais si la contre-marche doit s'établir, au moindre roulement rétrograde du waggon le cliquet étant en contact avec la roue à rochet, s'accroche et soulève ainsi le bras *v*, et la partie *n* de la tige de pression qui se disjoint par ce fait de la seconde partie *n'*; dès lors les freins sont dégagés; pendant que le cliquet s'éloigne du manchon, l'extrémité de la tige *n* se repose sur le plan incliné *o* de l'autre extrémité de la tige *n'* où elle se maintient tout le temps que le buttoir est comprimé, c'est-à-dire tout le temps que durera la contre-marche. Au moment même où la contre-marche aura cessé, ainsi que la pression du buttoir, l'extrémité de la tige *n* retombera à sa place, et chaque chose se trouvera ainsi remise dans son état primitif sans le concours de l'homme.

Il est toutefois nécessaire de faire remarquer que la pression des freins, ou leur dégagement en cas de contre-marche, ne s'opère pas sur tous les waggons au même instant, car le moment où leur vitesse respective est réduite à zéro, n'est pas non plus le même pour tous. Ainsi par exemple, s'il y avait dans le convoi dix ou douze waggons armés de freins, le premier, le second et peut-être le quatrième dégagés de leurs freins l'un après l'autre, auront déjà commencé leur contre-marche, tandis que le cinquième et les suivants suivront encore pour quelques instants leur marche progressive.

La cause la plus ordinaire qui rend les accidents sur les chemins de fer très-graves, provient de la grande vitesse avec laquelle le convoi marche. S'il était possible par hypothèse d'empêcher instantanément le mouvement du convoi, ce dernier devenant une masse inerte posée sur les rails, il n'y aurait plus d'accidents possible; mais ceci n'est qu'une hypothèse, car il est impossible de neutraliser instantanément la rapidité d'un convoi marchant à 30 ou 40 kilomètres à l'heure.

Cette conviction ne devrait pourtant pas exclure l'admission des moyens qui seraient propres à atténuer la cause des plus grands accidents.

L'adoption du nouveau système des nœuds élastiques est très-favorable à l'action des buttoirs sur les freins, soit qu'on adapte le mode tel qu'il est indiqué dans les figures, ou qu'on le modifie. L'utilité de ce système sera donc toujours incontestable, car, outre qu'il tend à réaliser une grande garantie pour les personnes, il contribue aussi à la conservation du matériel roulant.

N° 127.

Du balayage des chaussées d'empierrement ;

Par M. PASQUIER, élève ingénieur des ponts et chaussées.

On peut considérer comme résultat d'expérience ce fait, que l'enlèvement soigneux et continu de la poussière et de la boue qui se forment à la surface des routes, fait le plus grand bien aux chaussées.

Il convient donc de rechercher les causes des améliorations produites par ces enlèvements.

Désagrégations produites par la poussière. — Supposons une route couverte de poussière sur une épaisseur de $0^m.005$, $0^m.010$, $0^m.015$, etc.

Pendant le jour, par l'effet de l'insolation, cette poussière se dessèche, attire par capillarité l'humidité propre de la chaussée pour la rejeter ensuite dans l'atmosphère à l'état de vapeur.

Pendant la nuit il y a rosée; la couche supérieure de poussière s'humecte légèrement, tandis que la couche inférieure absorbe toujours l'eau de la chaussée. Puis quand revient le soleil toute cette eau se vaporise et se répand dans l'atmosphère.

Le même phénomène se reproduit tous les jours.

Tant que dure la sécheresse, la chaussée se dessèche continuellement, les gangues qui entourent les matériaux se contractent et deviennent friables.

Qu'une voiture vienne maintenant à passer au-dessus de ce matelas de poussière; les matériaux n'en recevront pas moins la pression due au poids de la voiture, et cela sans que cette pression soit répartie sur une plus grande surface. Il y a alors formation de bourrelets, transports

de poussière des deux côtés de la trace, et les gangues desséchées se pulvérisent, soit par la pression transmise par la poussière, soit par les frottements produits par son déplacement, soit enfin par les mouvements des matériaux qui ne se trouveraient en équilibre stable, que par l'intermédiaire de gangues présentant de la solidité, et surtout de l'élasticité.

L'existence d'une couche de poussière à la surface de la route amène donc celle de matériaux roulants, nageants, dans cette poussière et tendant à détériorer de plus en plus la couche supérieure de la chaussée.

De plus les ornières engagent les voitures à suivre les mêmes frayés, et concentrent ainsi sur un même point tous ces effets de désagrégation.

Désagrégations produites par la boue. — On peut en quelque sorte assimiler les effets destructifs de la boue et de la poussière. Les désagrégations se produisent de la même manière, quoique leurs causes soient essentiellement contraires.

Nous venons de voir que la présence d'une couche de poussière hâte le dessèchement et par suite la pulvérisation des gangues, ou fait acquérir aux molécules qui les composent la faculté de se mouvoir librement les unes autour des autres; de là désagrégation.

Si la chaussée est couverte d'une couche de boue, elle ne peut plus se sécher convenablement, les eaux ne s'écoulent pas, les boues les absorbent, les conservent et les rendent constamment à la chaussée; de là résulte un trop grand ramollissement des gangues, elles deviennent semi-fluides, les parties qui les composent acquièrent la propriété de se mouvoir librement les unes autour des autres, et le reste se passe comme dans le cas d'une couche de poussière.

Les ornières ont pour la boue le même inconvénient que pour la poussière.

Avantages de l'enlèvement de la poussière et de la boue. — Si la route est convenablement époudrée, le dessèchement des gangues sera moindre, car elles profiteront de l'humidité provenant de la rosée.

En effet si pendant le jour le soleil dessèche les gangues, pendant la nuit la chaussée se refroidit et la rosée vient lui rendre en partie l'eau que le soleil lui a fait perdre. Le matin les gangues se trouvent humectées, elles se resserrent et se tassent au passage des premières voitures.

Il est évident d'ailleurs que sur la mosaïque apparente de la chaussée, la précipitation de vapeur sera plus considérable que sur la couche de poussière qui la recouvrait; le refroidissement étant plus rapide pour un corps agrégé que pour ce même corps désagrégé, les surfaces rayonnantes étant, bien entendu, les mêmes.

Je puis citer comme exemple, les routes des environs de Cherbourg entretenues avec les quartz ferrugineux de la montagne du Roule. Ces routes sont rouges quand elles sont humides, grises quand elles sont sèches; dans les grandes sécheresses elles sont rouges le matin dans tous les endroits où il n'y a pas de poussière.

On doit donc époudrer les routes avec soin.

On doit aussi les ébouer avec le même soin.

La chaussée peut alors se ressuer facilement, les eaux s'écoulent avec rapidité, et on éloigne de la surface un réservoir qui la maintiendrait dans un état propre à favoriser la désagrégation.

Moyens appropriés à cet enlèvement. — Les instruments les plus connus sont le rabot et le balai.

Le rabot n'enlève assez bien ni la boue ni poussière.

La quantité de poussière que laisse le rabot n'est pas précisément nuisible à la route tant qu'elle reste poussière; mais la moindre pluie en fait de la boue en masse suffi-

sante pour nuire à la route, sans que pour cela le rabot puisse l'enlever davantage.

L'expérience prouve d'ailleurs que la boue doit être enlevée avec plus de soin que la poussière.

Si une route humide est parfaitement ébouée, les roues y laissent des traces d'un grand poli ; si on la considère de près on y remarque de larges goutelettes d'eau qui s'évaporent promptement (les cantonniers disent alors que la route pleure); par cette compression les gangues ont acquis de la solidité, les matériaux se sont tassés.

Si nous supposons sur la route la couche que laisse le rabot, nous voyons les roues enlever et rejeter dans leur mouvement des galettes de détritus, et déchausser ainsi les matériaux : au lieu de faire du bien à la route comme dans le cas précédent, le roulage au contraire lui cause le plus grand tort.

On peut conclure de là l'insuffisance du rabot.

Le balai enlève bien la boue, enlève bien la poussière; bien conduit, il désagrège peu ou pas les chaussées, et dans tous les cas les effets de désagrégation qu'il pourrait entraîner sont moins pernicieux que ceux des transports de détritus dus aux roues des voitures quand la surface de la chaussée est mal ébouée.

On conclut de tout ceci :

Que constamment et journellement on doit enlever la boue, enlever la poussière ;

Que le balai bien employé est le meilleur moyen pour arriver à ce résultat.

TABLES DES MATIÈRES

DISPOSÉES

PAR ORDRE D'INSERTION ET PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

POUR

LES MÉMOIRES ET DOCUMENTS

PUBLIÉS EN 1845.

1er SEMESTRE.

PREMIÈRE TABLE.

RÉCAPITULATION GÉNÉRALE PAR ORDRE D'INSERTION.

NUMÉROS des Planches.	INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des Pages.	NUMÉROS des Articles.	RAPPEL des Cahiers.
76, 77, 78.	Navigation de la Saône ; travaux de perfectionnement ; notice par M. Laval.	1	119	1
	Chemins de fer et autres voies de communication ; faits et principes servant à résoudre les questions qu'ils soulèvent ; par M. Berthault-Ducreux.	48	120	

DEUXIÈME TABLE.

ANALYSE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

L

M

N

FIN DES TABLES DES MÉMOIRES DU 1er SEMESTRE DE 1845

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
rue Racine, 28, près de l'Odéon.

Travers du Pertuis. Fig. 10.

12,50

30 100

"005 pour mètre.

0 3 4 5 10 20 mètres.

Gravé et Adam et Lemaire.

N° 1

du Chat

B. Coupe du Perré.

Fig. 3.

am et Lemaire



